

54

0-76

Державна

БІБЛІОТЕКА

ІМЕНІ

1

Б. А. Т.

1406

Ap. 3586.

1225

В. ОСТВАЛЬДЪ
профессоръ химіи въ Лейпцигскомъ университетѣ.

У54
0-76

Кр. 3586

ШКОЛА ХИМІИ

Общедоступное введеніе въ изученіе химіи.

I

ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

Съ 47 рисунками, портретомъ и біографіей автора.

Изданіе 2-е.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО.

Подъ редакціей и съ предисловіемъ профессора

Л. В. ПИСАРЖЕВСКАГО.

Въ первомъ изданіи допущено Ученымъ Комитетомъ М. Н. Пр. въ учебныя библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній.

ОДЕССА.

Изданіе книжнаго магазина Е. П. Распопова.

1907.

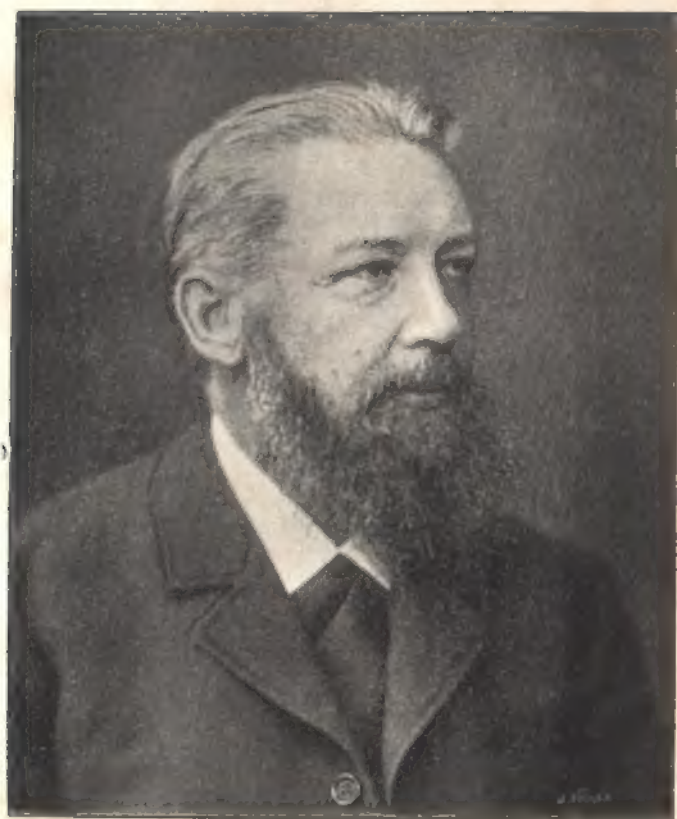
проверено
1966 г.

Цена 60 коп.

2406
Харьковский
Институтъ в Кіевѣ



Типографія Л. С. Шутака въ Одессѣ,
Троицкая, д. 27.



В. Оствальдъ.

Предисловіе къ русскому изданію.

В. Оствальдъ хорошо извѣстенъ не только какъ ученый, но также какъ и авторъ нѣсколькихъ превосходныхъ сочиненій и учебниковъ по различнымъ отраслямъ химіи.

Онъ глубоко убѣжденъ въ необходимости вести преподаваніе химіи такъ, чтобы въ основѣ его лежала физическая химія, и настоящій его трудъ: „Школа химіи“ можетъ служить убѣдительнѣйшимъ доказательствомъ возможности такой постановки преподаванія съ первыхъ же шаговъ его.

Форма изложенія, принятая авторомъ—форма діалога, несомнѣнно болѣе подходитъ для цѣлей первоначальнаго ознакомленія съ химіей, чѣмъ иногда утомительная и однообразная форма послѣдовательнаго изложенія.

Образный и живой языкъ автора въ связи съ интереснымъ и удачнымъ подборомъ фактовъ и опытовъ, служащихъ для иллюстраціи теоретическихъ положеній, дѣлаетъ эту книгу настолько занимательной, что, начавъ ее читать, трудно оторваться отъ чтенія.

Всѣ опыты очень просты, описаны очень подробно и легко выполнимы съ помощью весьма незамѣливыхъ приборовъ.

Изложеніе отличается такой общедоступностью, что ученикъ лѣтъ четырнадцати легко сможетъ усвоить содержаніе „школы химіи“.

Несомнѣнно, что она займетъ одно изъ первыхъ мѣстъ среди пособій для самообразованія и сдѣлается настольной книгой преподавателя химіи: не говоря уже о молодыхъ начинающихъ учителяхъ и опытный педагогъ найдетъ здѣсь чему поучиться; это талантливо, какъ и все, выходящее изъ подъ пера Оствальда, написанное руководство научить его умѣнью просто ясно и толково излагать довольно трудные для пониманія начинающаго общіе вопросы химіи и покажетъ ему, какъ слѣдуетъ вести преподаваніе, чтобы сразу же заинтересовать ученика и заставить вдумчиво и сознательно относиться къ изучаемымъ явленіямъ.

Къ русскому изданію приложенъ біографическій очеркъ, составленный по прекрасному труду профессора П. И. Вальдена: „Wilhelm Ostwald“.

Пожелаемъ же наивозможно широкаго распространенія „школъ химіи“, полезной и для того, кто хочетъ изучать химію, и для того, кому приходится ее преподавать.

Л. Писаржевскій.

Биографія В. Оствальда *)

Вильгельмъ Фридрихъ Оствальдъ родился въ Ригѣ 21 августа 1853 г. въ семьѣ бочарнаго мастера. Первое образованіе онъ получилъ въ первоначальной школѣ для мальчиковъ, а осенью 1864 г. былъ принятъ въ реальную гимназію. Въ гимназіи Оствальдъ былъ далеко не образцовымъ ученикомъ и кромѣ обязательныхъ пяти лѣтъ остался еще на два года лишнихъ. Главной причиной этого было страстное стремленіе мальчика къ самымъ разнообразнымъ изслѣдованіямъ, которое отвлекало его отъ школьныхъ занятій и мѣшало успѣшному окончанію курса. Можно смѣло сказать, что Оствальдъ съ самыхъ юныхъ лѣтъ питалъ живой интересъ ко всему, что только не было простымъ и обыкновеннымъ. Какъ-то, еще въ начальной школѣ, попала ему въ руки старая книга съ описаніемъ приготовленія фейерверковъ. Со свойственной ему пылкостью мальчикъ принялся за изготовленіе ихъ по даннымъ рецептамъ. Первые опыты вышли удачными и фейерверки стали устраиваться на водѣ и на сушѣ. Эти опыты положили начало практическому изученію имъ химіи, они познакомили мальчика съ значительнымъ числомъ химическихъ тѣлъ и реакцій; они помогли ему также выработать ловкость и находчивость въ тѣхъ случаяхъ, когда книга не давала достаточно свѣдѣній. Начавъ заниматься въ это-же время фотографіей, Оствальдъ и здѣсь проявилъ такое-же умѣніе и изобрѣтательность, какъ и при устройствѣ фейерверковъ. Такъ онъ смастерилъ изъ бинокли очень порядочный фотографическій аппаратъ, и первой работой былъ сдѣланный имъ въ рембрантовскомъ освѣщеніи снимокъ товарища, сохранившійся недурно до сихъ поръ, т. е. болѣе 30 лѣтъ.

Въ гимназіи Оствальдъ читалъ очень много по различнымъ отраслямъ знанія, причемъ свободно владѣлъ тремя языками. Нѣмецъ

*) Эта биографическая очеркъ составленъ по книгѣ профессора П. Вильгельма „Wilhelm Ostwald“ Leipzig 1904

кую литературу онъ зналъ въ совершенствѣ и благодаря своей феноменальной памяти могъ цитировать наизусть цѣлыя страницы. Также прилежно изучалъ онъ французскихъ классиковъ и читалъ Шекспира въ подлинникѣ. Съ самыхъ раннихъ лѣтъ Оствальдъ проявилъ большія способности и любовь къ музыкѣ и рисованію, занятія которыми не оставлялъ въ течение всей своей жизни. Теперь онъ превосходно играетъ на нѣсколькихъ инструментахъ, а картины его, написанныя акварелью, пастелью и масляными красками, хорошо извѣстны въ кругу художниковъ.

Будучи во второмъ классѣ гимназій, Оствальдъ издавалъ для своихъ товарищей рукописную иллюстрированную газету, для которой и текстъ и рисунки составлялъ самъ. Все свободное время онъ посвящалъ различнымъ химическимъ опытамъ и до сихъ поръ съ признательностью вспоминаетъ объ учебникѣ, руководившемъ имъ въ его первыхъ систематическихъ занятіяхъ химіей, о „Школѣ химіи“ Штекгарта.

По окончаніи Реального училища въ 1872 г. Оствальдъ поступилъ студентомъ въ Дерптскій университетъ на физико-математическій факультетъ. Въ первый годъ поступленія онъ со всей пылкостью своей живой натуры отдался обычному среди нѣмецкаго студенчества времяпрепровожденію и поступилъ въ одну изъ корпорацій. Несмотря на безпорядочный образъ жизни, онъ не переставалъ серьезно работать по самымъ различнымъ отраслямъ науки. Этому помогало частное чтеніе, постоянныя сношенія и живой обмѣнъ мыслей, какъ со студентами различныхъ факультетовъ, такъ и съ людьми различныхъ профессій. Университетскихъ лекцій, которыя по словамъ Оствальда „уже тогда погружали его въ глубокій сонъ“, онъ не посѣщалъ, за исключеніемъ лекцій проф. Шмидта, читавшаго „Историю химіи“. Оствальдъ усердно занимался практическими работами въ химической лабораторіи, гдѣ проходилъ количественный анализъ подъ руководствомъ доцента Лемберга. Лембергъ, обладавшій громадными познаніями, былъ первымъ настоящимъ химикомъ, помогавшимъ Оствальду словомъ и дѣломъ и оказавшимъ громадное вліяніе на его научное развитіе.

Спустя три года послѣ поступленія Оствальдъ окончилъ курсъ. Его кандидатское сочиненіе „о химическомъ дѣйствіи массы воды“ было самостоятельной работой, напечатанной въ одномъ изъ научныхъ журналовъ. Оно посвящено изученію химическаго сродства, какъ и большая часть остальныхъ его работъ, появившихся въ ближайшее десятилѣтіе. Заниматься въ этомъ направленіи Оствальда по

судить Лембергъ, но тема и экспериментальная разработка принадлежатъ всецѣло автору.

Оствальдъ, по общему признанию товарищей и учителей, отличился полнымъ отсутствиемъ предрасудковъ во всѣхъ своихъ воззрѣнiяхъ, необыкновенной искренностью, добродушиемъ и оптимизмомъ, не покидавшимъ его ни при какихъ обстоятельствахъ. Но то, что было въ немъ быть можетъ, цѣннѣе всего,—рѣзко выраженная индивидуальность и разносторонность его натуры не пользовалось ни уваженiемъ, и самые снисходительные называли его „чудакомъ“.

По окончанiи университета Оствальдъ былъ оставленъ проф. Oettingen омъ ассистентомъ при физическомъ кабинетѣ.

Въ 1877 г. онъ защищалъ магистерскую диссертацию, въ январѣ 1878 г. прочиталъ въ качествѣ приватъ-доцента первую лекцію „о химическомъ сродствѣ“, а осенью того-же года защитилъ докторскую диссертацию.

Въ 1879 г. работы Оствальда удостоились необыкновенной похвалы въ одномъ извѣстѣйшемъ англiйскомъ научномъ журналѣ, гдѣ были поставлены на ряду съ знаменитыми работами Гульдберга и Вааге. Въ это же почти время Лотаръ Мейеръ въ своемъ классическомъ трудѣ „Современныя теории химii“ проводитъ параллели между работами Гульдберга и Вааге, работой Юл. Томсона и изслѣдованiями Оствальда, описанiемъ которыхъ занимается цѣлыя страницы.

Будучи магистромъ въ Дерптѣ Оствальдъ бывалъ въ домѣ г-ра Рейера, гдѣ познакомился съ его племянницей, на которой и женился въ апрѣлѣ 1880 г. Въ жизни Оствальда женщины не играли никакой роли, и тѣмъ большее значение выпало на долю его жены. Она всю жизнь посвятила на устраненiе всего, что могло мѣшать его научной дѣятельности. Оствальдъ посвятилъ свои „Основанiя неорганической химii“ „своему вѣрнѣйшему товарищу“, какъ онъ называетъ свою жену, „въ благодарность за вѣрную помощь“. Въ 1881 г. Оствальдъ получилъ приглашенiе занять кафедру химii въ Рижскомъ политехникумѣ. По поводу этого назначенiя проф. Дерптскаго университета Шмидтъ въ письмѣ къ директору политехникума, говоря о выдающихся дарованiяхъ Оствальда, пишетъ, между прочимъ, слѣдующее (Оствальды) будетъ звѣздой первой величины въ пограничной области между физикой и химiей, области, которую онъ разрабатываетъ съ удивительной основательностью и полнотой“. Со времени назначенiя Оствальда профессоромъ въ политехникумъ началась или послѣдняя новая эра. Благотворное влiянiе Оствальда отрази-

лось не только на химическомъ отдѣленіи, но и вообще на всей научной дѣятельности политехникума, повысивъ его интенсивность.

Лекціи Оствальда, особенно по органической химіи, отличались всегда необыкновенной ясностью и доступностью изложения, что въ связи съ великолѣпно поставленными опытами дѣлало ихъ полными захватывающаго интереса. Особенно плодотворнымъ было его практическое преподаваніе химіи въ лабораторіи, принципомъ котораго было желаніе дать не только знаніе основныхъ положеній и законовъ, но и умѣніе легко и свободно примѣнять ихъ. Кромѣ того Оствальдъ считалъ необходимымъ пробудить въ студентахъ самостоятельность, желаніе самостоятельно находить тему и разрабатывать ее, по возможности, безъ посторонней помощи.

Во время своей дѣятельности въ Ригѣ (1881—1887 г.) Оствальдъ напечаталъ гридуать экспериментальныхъ работъ, между прочимъ, свои важныя изслѣдованія по электрохиміи. Къ важнѣйшимъ событіямъ его рижской дѣятельности относятся, съ одной стороны, изданіе „*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*“, съ другой основаніе журнала „*Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre*“.

Несмотря на то, что профессорская и научная дѣятельность занимали очень много времени, Оствальдъ занимался еще популяризацией научныхъ знаній. Онъ писалъ популярныя статьи, читалъ публичные лекціи о самыхъ разнообразныхъ предметахъ, начиная съ воды, огня, воздуха и земли и кончая физической химіей и музыкой.

Въ 1887 г. Оствальдъ получилъ приглашеніе занять кафедру въ Лейпцигскомъ университетѣ въ качествѣ ординарнаго профессора химіи. Съ этого года начался самый продуктивный періодъ въ его жизни, какъ по количеству и качеству издаваемыхъ имъ работъ, такъ и по замѣчательнымъ лекціямъ, которыя всегда носили отпечатокъ его индивидуальности. Мысль его работаетъ неустанно и часто среди лекціи онъ поражаетъ слушателей неожиданными обобщеніями и смѣлыми выводами. Лекціи его, изъ года въ годъ по одному и тому-же предмету, никогда не походятъ одна на другую и носятъ на себѣ слѣды безконечной духовной эволюціи своего творца. Онъ обладаетъ необыкновеннымъ талантомъ изъ массы матеріала выбрать самое существенное, сложное и запутанное представить въ простомъ и общедоступномъ изложеніи.

Дѣятельность ученаго можетъ проявляться въ трехъ видахъ учителя, изслѣдователя и писателя. Очень рѣдко встрѣчается, чтобы одинъ ученый совмѣщалъ въ себѣ эти три вида дѣятельности. Ост-

онъ былъ не только талантливый лекторъ и педагогъ, но также гениальный исследователь и писатель въ различныхъ научныхъ областяхъ. Это имя стало знаменитымъ. Въ лейпцигскую физико-химическую лабораторію стекаются со всѣхъ концовъ свѣта молодые, одушевленные жаждой знанія юноши, начинающие ученые, профессора съ установившейся научной репутацией. Люди всѣхъ націй, — американцы, англичане, французы, русские, японцы и т. д. всѣ одинаково находятъ тамъ удовлетворение своихъ научныхъ запросовъ. Среди учениковъ Оствальда можно найти извѣстныхъ ученыхъ разныхъ странъ, достаточно упомянуть Арреніуса (Стокгольмъ), Икеда (Токіо), Зелинского и Калбукова (Москва), Нернста, Леблана, Вислиценуса и ми. др.

Работы Оствальда охватываютъ всѣ области физической химіи. Въ молодые годы онъ занимался разработкой теоріи химическаго сродства, впоследствии-же, главнымъ образомъ, электрохиміей и энергетикой. Въ послѣднее время изъ его лабораторіи выходили очень значительныя работы изъ области катализа. Послѣднія работы Оствальда (открытие кататипии совместно съ Гроссомъ и открытие каталитическаго окисленія амміака въ азотную кислоту совместно съ Брауеромъ) показали, что такая, на первый взглядъ, отвлеченная наука, какъ физическая химія можетъ имѣть весьма важное практическое примѣненіе. Оствальдъ постоянно подчеркиваетъ въ своихъ докладахъ и статьяхъ (напр., въ „этюдахъ по политической химіи“, „инженерное искусство химіи“ и др.) это значеніе физической химіи. Кроме того, онъ примѣнилъ современныя химическія ученія къ труднѣйшимъ проблемамъ философіи въ своей „химической теоріи свободы воли“ и „химической теоріи жизни“.

Не менѣе профессорской и научной дѣятельности Оствальда велико его значеніе какъ писателя. Его первый большой трудъ „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ также, какъ и „Основанія общей химіи“ разошлись въ нѣсколькихъ изданіяхъ. Въ 1893 г. появилась его извѣстная каждому, занимающемуся физической химіей, „Hand und Hilfsbuch“. Въ слѣдующемъ году появились „Научныя основанія аналитической химіи“, гдѣ въ первый разъ была дана Оствальдомъ теорія аналитическихъ реакцій, основанная на новѣйшихъ химическихъ ученіяхъ, и благодаря этому аналитическая химія, имѣвшая раньше служебное значеніе, возвысилась на степень важной научной дисциплины. Въ 1896 появилась его знаменитая электрохимія, а въ 1900 онъ предпринялъ реформу преподаванія неорганической химіи, издавъ „Основы неорганической химіи“, сдѣлавшая эпоху въ этомъ направ-

лении. Начиная съ 1901 г. Оствальдъ издаетъ „*Annalen der Naturphilosophie*“, посвященные обработкѣ и развитію связи между философіей и отдѣльными науками. Наконецъ, въ 1903 г. Оствальдъ предпринимаетъ издание книги, предназначенной, какъ для взрослыхъ, такъ и для дѣтей, начавшихъ изучать химию. Эта книга „Школа химии общедоступное введеніе въ изученіе химіи“ имѣетъ цѣлью распространеніе въ самыхъ широкихъ кругахъ современныхъ химическихъ воззрѣній, сдѣлавъ ихъ понятными и доступными каждому.

Сочиненія Оствальда переведены не только на русскій, англійскій, французскій языки, но и на венгерскій, польскій, новогреческій, японскій и мн. др.

Въ вышеупомянутомъ, основанномъ и издаваемомъ Оствальдомъ журналѣ: „*Zeitschrift für Physik. Chemie*“ Оствальдъ стоитъ на стражѣ новѣйшихъ химическихъ теорій и отражаетъ нападенія противниковъ, безжалостно поражая ихъ силой своей смѣлой и гениальной мысли. По всѣмъ сочиненіямъ Оствальда разбросаны отрывки мыслей, намеки, которыми потомъ пользовались другие, разрабатывая ихъ въ стройную систему. Не даромъ извѣстный Бекманъ какъ-то выразился, что полчаса разговора съ Оствальдомъ даютъ матеріалъ для работъ на полгода.

Знаменитый химикъ Van't Hoff говоритъ слѣдующее о дѣятельности Оствальда: „въ числѣ немногихъ, подвинувшихъ за послѣдніе 15 лѣтъ физическую химию въ ея развитіи, слѣдуетъ прежде всего упомянуть о В. Оствальдѣ, который своей необычной педагогической и научной дѣятельностью, своими удивительными литературными трудами и своимъ организаторскимъ талантомъ въ дѣлѣ распространения физической химіи сдѣлалъ болѣе всѣхъ другихъ“.

Оствальдъ не только знаменитый химикъ, но также и извѣстный философъ. Въ основѣ его многочисленныхъ работъ по теоріи познания лежатъ наука, свободная отъ гипотезъ, и энергетическое мировоззрѣніе. Интересно вкратцѣ прослѣдить философское развитіе Оствальда. Молодымъ докторомъ (1878) онъ признаетъ атомистическую теорію и отстаиваетъ смѣлое положеніе: „пространственное расположеніе атомовъ въ молекулѣ опредѣлимо“. Будучи профессоромъ въ 1884 г. онъ дѣлается приверженцемъ новой химіи стереохиміи и защищаетъ ее отъ нападеній Рау. Въ 1887 г. Оствальдъ признаетъ двѣ субстанции: матерію и энергію и говоритъ о гипотезахъ, какъ о „драгоцѣнныхъ помощникахъ при изученіи и изслѣдованіи чего-либо“. Въ 1892 г. Оствальдъ публикуетъ свои „Этюды по энергетикѣ“, въ 1895 г. выпускаетъ „несостоятельность научнаго матеріализма и его устраненіе“, гдѣ отказывается отъ матеріи и атомной

пори говоря, что реальной можно признать въ природѣ только нѣкую, представляющую собой единственную неизмѣнную величину, открываемую нами въ природѣ, тогда какъ матерія есть лишь продуктъ нашей мысли. Опытю мы познаемъ лишь различныя свойства вещества. Если мы отнимемъ у вещества эти свойства, то у насъ не останется ничего, а между тѣмъ, мы носителемъ свойствъ называемъ матерію; слѣдовательно, этотъ носитель есть ничто, т. е. другими словами, опытю мы его знать не можемъ, онъ есть лишь наша „гипотеза“. Зачѣмъ-же намъ, говоритъ Оствальдъ, эта гипотеза, не можемъ-ли мы обойтись безъ нея. Мы можемъ изъ опыта познать лишь свойства вещества; не лучше-ли для насъ ограничиться лишь этимъ и не создавать гипотезы о носителѣ свойствъ. То же, что мы тѣйствительно знаемъ о веществѣ, т. е. его свойства, можетъ быть разсматриваемо какъ тѣ или другія проявленія энергии. Такимъ образомъ, все, что мы знаемъ о внѣшнемъ мірѣ, можетъ быть сведено къ отношеніямъ энергии, а для матеріи не останется ничего, даже занимаемого ею пространства, такъ какъ и послѣднее мы познаемъ лишь черезъ трату энергии, необходимую для проникновения въ него т. е. для движенія. Поэтому ученіе Оствальда и получило названіе „энергетизма“, въ отличіе отъ общепринятаго воззрѣнія, признающаго существованіе атомистической матеріи, т. е. атомизма. Энергетизмъ и возникъ, какъ реакція противъ чрезчуръ сильнаго увлеченія атомистически-материалистическимъ воззрѣніемъ.

Въ 1902 г. Оствальдъ даетъ въ „лекціяхъ по натурфилософіи“ философскую картину міра, построенную исключительно на энергетическихъ основаніяхъ. „Лекціи по натурфилософіи“, гоноритъ П. Валленденъ, представляютъ собой рѣдкую и замѣчательную книгу, въ которой нѣтъ ни одной гипотезы, несмотря на то, что общіе вопросы научнаго мышленія трактуются съ точки зрѣнія естествоиспытателя и химика“.

Когда-то Кантъ сказалъ, что „химія не болѣе, какъ систематизированное искусство или экспериментальное ученіе, но наукой въ настоящемъ смыслѣ этого слова она никогда не будетъ“.

Теперь никто не сомнѣвается, что химія стала настоящей наукой въ кантовскомъ смыслѣ. Кантъ восклицалъ: „дайте мнѣ матерію и я построю изъ нея міръ!“ А теперь химикъ говоритъ: „возьмите отъ меня матерію и я безъ нея создамъ міръ!“

Въ заключеніе для дополненія характеристики личности Оствальда приведемъ его слова, которыми онъ оканчиваетъ свои лекціи

по натурфилософии: „личное благо человѣка кроется въ возможно большемъ количествѣ людей, входящихъ въ кругъ его заботъ. Здѣсь лежать большей частью несознаваемые источники великихъ дѣлъ, которыми одна личность можетъ принести счастье многимъ, а въ возникающемъ при этомъ необъятномъ расширеніи нашего собственнаго „я“ заключается причина того чувства высшаго счастья, которое ярко свѣтитъ тому, кому разъ довелось совершить такое дѣло“



Предисловіе автора.

Причины, побудившія меня составить эту книжку, лежать отчасти въ прошломъ, отчасти въ будущемъ. Однѣ изъ нихъ коренятся въ чувствѣ благодарности, которое я теперь испытываю къ „Школѣ химіи“ покойнаго Штекгардта. Вся моя позднѣйшая дѣятельность въ области химіи была заранѣе опредѣлена благодаря счастливой судьбѣ, пославшей мнѣ въ руки именно это мастерское въ педагогическомъ отношеніи произведеніе въ качествѣ перваго руководства по химіи. Благодаря здоровой непосредственности, съ которой въ названной книгѣ ученикъ вводится въ кругъ изучаемыхъ фактовъ, и умѣнью приспособить опыты къ степени развитія и пониманія начинающаго я не утратилъ способности относиться ко всему съ точки зрѣнія основанной на опытѣ, хотя и занимался впослѣдствіи преимущественно общими вопросами науки. Поэтому предложеніе написать современнаго „Штекгардта“, сдѣланное мнѣ той же самой издательской фирмой, которая въ свое время выпустила въ свѣтъ упомянутое выше руководство, было для меня и лестно и въ то же время въ выс-

шей степени приятно, какъ удобный случай для уплаты стараго долга благодарности.

Вотъ въ чемъ состоитъ связь этой книжки съ прошлымъ. Связь съ будущимъ вытекаетъ изъ подобныхъ же соображеній

Въ послѣднее столѣтіе химія сдѣлала огромный шагъ впередъ; центръ тяжести совершенной работы выпалъ на долю Германіи. Тысячи прилежныхъ рукъ при поддержкѣ учебныхъ заведеній, ставшихъ образцами для прочаго культурнаго міра, и благодаря постоянному взаимодѣйствію науки и техники создали химическую науку; все возрастающее практическое значеніе ея служить для нея постояннымъ испытаніемъ и охраненіемъ ея здороваго нормальнаго роста. Развитие почти исключительно сосредоточилось въ области органической химіи; и въ ней главное развитіе получила препаративная и систематическая часть, и еще до сихъ поръ подготовка преобладающаго большинства будущихъ химиковъ идетъ въ этомъ направленіи, послѣ того какъ они поспѣшно пройдутъ анализъ. Это одностороннее быстрое развитіе, какъ и всякое быстрое развитіе, имѣетъ свою опасную сторону, своевременно указать на которую есть долгъ всякаго, кто не ограничиваетъ своего кругозора сегодняшнимъ днемъ. Неорганическая химія стала наукой раньше органической; наряду съ техникой органическихъ соединеній существуетъ техника неорганическихъ соединеній, какъ основа всякой вообще химической техники. И первые голоса, сѣтовав

ше на неподготовленность чистыхъ органиковъ къ рѣшенію задачъ, неотносящихся къ ихъ области, заидались именно изъ круга техниковъ; они потребовали помощи; и благодаря характерной для Германіи солидарности между наукой и техникой, представители нашей науки взялись за рѣшеніе этой задачи

Изъ большого числа различныхъ средствъ, предложенныхъ съ цѣлью своевременно предотвратить грозящую опасность односторонняго химическаго образованія, лишь одно кажется мнѣ наиболѣе дѣйствительнымъ слѣдуетъ воспользоваться для этого плодами, выросшими за послѣднія десятилѣтія на почвѣ самой науки, т. е. общей и физической химіей.

Занимаясь такими вопросами, которые являются основными какъ для органической, такъ и для неорганической, какъ для чистой, такъ и для прикладной химіи, общая и физическая химія должна естественно служить основой всякаго химическаго образованія, а слѣдовательно и основой химическаго преподаванія съ самыхъ первыхъ шаговъ его. Въ цѣломъ рядѣ трудовъ, различныхъ по объему и преслѣдующихъ различныя цѣли, я старался познакомить сначала моихъ коллегъ, уже образованныхъ специалистовъ, а затѣмъ и изучающихъ химію или родственныя ей науки съ основными положеніями общей и физической химіи, освѣщая ихъ съ точки зрѣнія современнаго состоянія науки. Постоянныя занятія этимъ предметомъ и многолѣтній преподавательскій опытъ не только укрѣпили давно уже сложившееся у меня убѣжденіе въ необходимости

вести преподаваніе въ такомъ духѣ съ самыхъ первыхъ его ступеней, но также вселили въ меня убѣжденіе въ возможности такой его постановки, настоящее сочиненіе есть результатъ моихъ усилій, направленныхъ въ эту сторону.

Нужно прибавить, что настоящій томикъ представляетъ только первую, вводную часть, вслѣдъ за которой въ ближайшемъ будущемъ появится вторая, систематическая часть; такимъ образомъ все сочиненіе будетъ состоять приблизительно изъ 30 печатныхъ листовъ. Что касается избранной мною формы изложенія, формы діалога, то она показалась мнѣ, послѣ многократныхъ пробъ, наиболее подходящей; я убѣдился, что она не требуетъ для достиженія намѣченной цѣли больше мѣста, чѣмъ послѣдовательное изложеніе, производя въ то же время болѣе сильное и живое впечатлѣніе, и всякій, я думаю, пойметъ, что эта форма принята здѣсь не случайно, а есть результатъ моей разносторонней преподавательской опытности.

Лейпцигъ, Май, 1903.

В. Оствальдъ

1. Вещества.

Учитель. Сегодня мы начнемъ нѣчто новое. Мы приступимъ къ изученію химіи.

Ученикъ. А что такое химія?

Учитель. Химія часть естествознанія. Ты уже имѣешь нѣкоторые свѣдѣнія о животныхъ и о растеніяхъ; знаешь также, что ученье о животныхъ называется зоологіей, а ученье о растеніяхъ — ботаникой.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ химія — ученье о камняхъ?

Учитель. Нѣтъ, ученье о камняхъ называется минералогіей, но химія очень близка къ ней. Да и минералогія — ученье не только о камняхъ, но и всѣхъ другихъ веществахъ, которыя, — какъ золото, медь, сѣра, — находятся въ земной корѣ. Всѣ эти предметы относятся также къ химіи, но кромѣ того къ ней относятся и такіе предметы, — какъ сахаръ, стекло, желѣзо, которые не находятся въ землѣ, а искусственно изготовляются изъ другихъ предметовъ. Химія — это ученье о всѣхъ веществахъ, какъ искусственныхъ, такъ и природныхъ.

Ученикъ. Слѣдовательно, дерево также относится къ химіи?

Учитель. Нѣтъ, потому что дерево не вещество.

Ученикъ. Но вѣдь оно состоитъ изъ древесины, а древесина вѣдь вещество?

Учитель. Да, но дерево содержитъ еще кое-что другое, его листья и плоды состоятъ не изъ древесины, а изъ другихъ веществъ. Всѣ эти вещества, взявъ въ отдѣльности, относятся къ химіи, но чтобы получить каждое въ отдѣльности нужно разрушить дерево.

Ученикъ. Что же такое собственно вещество?

Учитель. Этого нельзя сказать въ двухъ словахъ. Посмотримъ, можетъ быть, ты и самъ это знаешь, но еще не умѣешь этого выразить. Что это такое?

Ученикъ. Кажется сахаръ.

Учитель. Почему ты такъ думаешь?

Ученикъ. Потому что сахаръ въ сахарницѣ имѣетъ такой-же видъ. Дай-ка мнѣ его попробовать. Да, это сахаръ, такъ какъ онъ сладокъ.

Учитель. Не скажешь ли ты, почему еще ты можешь узнать сахаръ?

Ученикъ. Онъ дѣлаетъ пальцы липкими. Этотъ кусокъ также липнетъ къ пальцамъ.

Учитель. Слѣдовательно, ты можешь узнать сахаръ, если тебѣ дать въ руки какое либо вещество и спросить, сахаръ-ли это? И ты его узнаешь прежде всего именно по его вышнему виду, затѣмъ по его вкусу и затѣмъ по его липкости. Эти примѣты называются свойствами. Ты узнаешь сахаръ по его свойствамъ. Сахаръ — вещество, слѣдовательно, вещества узнаются по ихъ свойствамъ. Полагаешь ли ты, что можно пользоваться нѣмми свойствами вещества для того, чтобы узнать его?

Ученикъ. Конечно, если только я ихъ знаю.

Учитель. Мы сейчасъ увидимъ это. Существуетъ-ли только одинъ родъ сахара? Нѣтъ, ты знаешь, что есть головной сахаръ, т. е. въ большихъ кускахъ, и есть сахаръ въ порошокъ, напоминающемъ песокъ. Оба эти сорта представляютъ одинъ и тотъ-же сахаръ, такъ какъ головной сахаръ можно превратить въ песокъ, если его истолочь въ ступкѣ.

Ученикъ. Да; значить они оба одно и то-же!

Учитель. Оба представляютъ собою одно и то-же вещество сахаръ, но отличаются другъ отъ друга по одному изъ своихъ свойствъ — по вышнему виду или формѣ. Форма предмета есть тоже свойство; ее можно измѣнять, какъ угодно, но вещество при этомъ остается тѣмъ-же. Тоже самое можно сказать о количествѣ. Будетъ ли сахарница полна или почти пуста, сахаръ находящийся въ ней, все-таки будетъ сахаръ. Слѣдовательно, форма и количество не представляютъ собою такихъ свойствъ, по которымъ можно распознать вещества. Сахаръ бываетъ теплый или холодный?

Ученикъ. Я этого не знаю. Онъ можетъ быть и теплымъ и холоднымъ.

Учитель. Конечно; значить, теплота или холодъ тоже не такія свойства, по которымъ можно было бы отличить сахаръ.

Ученикъ. Да; иначе и быть не можетъ; мы можемъ его сдѣлать большимъ или малымъ, теплымъ или холоднымъ, какъ мы захотимъ.

Учитель. Вотъ видишь, теперь мы подошли къ самому главному. Между свойствами предмета существуютъ такія, которыхъ нельзя измѣнить, какъ напримѣръ—сладость и лижкость. Сахаръ всегда сладокъ и всегда липнетъ къ пальцамъ. Величину-же его, форму и поэтому всегда можно измѣнить. Каждое опредѣленное вещество имѣетъ опредѣленные неизмѣнные свойства, и каждый предметъ получаетъ названіе этого вещества, если онъ имѣетъ эти опредѣленные неизмѣнные свойства независимо отъ того, теплый ли онъ или холодный, большой или малый, вообще независимо отъ его другихъ, измѣняемыхъ свойствъ. Часто предметъ получаетъ названіе не по веществу своему, а по своей формѣ и употребленію. Когда говорятъ, что онъ состоитъ изъ опредѣленнаго вещества

Ученикъ. Это я не совсѣмъ понялъ.

Учитель. Что такое вотъ этотъ и вотъ тотъ предметъ?

Ученикъ. Это вязальная игла, а то ножницы.

Учитель. Вещества ли ножницы и вязальная игла?

Ученикъ. Я этого точно не знаю, но думаю, что онѣ не вещества.

Учитель. Если ты желаешь это знать, ты долженъ только просить, изъ чего состоитъ или изъ чего сдѣланъ предметъ. Тогда ты большей частью приходишь къ названію самого вещества. Изъ чего сдѣланы ножницы и вязальная игла?

Ученикъ. Изъ желѣза. Значитъ желѣзо вещество?

Учитель. Конечно, такъ какъ любой кусокъ желѣза будетъ называться желѣзомъ, независимо отъ того, большой онъ или малый, теплый или холодный.

Ученикъ. Тогда значитъ, и бумага вещество, потому что книга сдѣлана изъ бумаги, и кафели вещество, потому что печь сдѣлана изъ кафелей.

Учитель. Первый примѣръ правильный, послѣдній нѣтъ. Развѣ кафель, разбитый на части и истолченный, остается кафелемъ? Нѣтъ, названіе кафели относится къ предмету который имѣетъ опредѣленную форму, и если его разбить, то онъ, потерявъ свою форму, перестанетъ быть кафелемъ, слѣдовательно, онъ не можетъ быть веществомъ. А изъ чего дѣлаютъ кафели?

Ученикъ. Изъ глины.

Учитель. А глина вещество?

Ученикъ. Да. Нѣтъ. Да, потому что, когда я истолку глину, она все же остается глиной.

Учитель Совершенно вѣрно, такимъ путемъ ты пока можешь помочь себѣ, когда ты сомнѣваешься. Сначала ты спрашиваешь, изъ чего состоитъ предметъ, а получивши отвѣтъ, ты спрашиваешь далѣе, изъ чего состоятъ его части, и когда ты больше не можешь спросить, изъ чего состоятъ части, ты спрашиваешь, останутся ли эти части неизмѣнными, если ты ихъ раздобишь, и если тогда ты можешь сказать да, значить, то, что ты раздобишь, есть вещество.

Ученикъ. Тогда, значить, есть очень много веществъ!

Учитель. Конечно есть еще очень много веществъ, названій которыхъ ты и не знаешь, и всѣ эти вещества относятся къ химии.

Ученикъ. Ахъ, въ такомъ случаѣ я никогда не смогу выучить химию; лучше мнѣ вовсе и не начинать!

Учитель Знакомъ ли тебѣ городская лѣсъ?

Ученикъ. Да, очень хорошо. Ты можешь меня поставить въ немъ, гдѣ угодно, и я всегда узнаю, гдѣ я нахожусь.

Учитель. Но вѣдь ты не знаешь тамъ каждое дерева въ отдельности. Какъ же ты сможешь узнать гдѣ находишься, и выйти изъ лѣса!

Ученикъ. Я знаю дороги въ немъ.

Учитель. Вотъ видишь, тоже самое и въ химии. Мы не будемъ изучать въ отдельности всѣхъ веществъ, какія только существуютъ, но мы изучимъ всѣ тѣ дороги, которыя раздѣляютъ безчисленные вещества на группы, и по которымъ можно легко переходить отъ одной группы къ другой. Когда ты узнаешь главные дороги, то и въ химии ты не собьешься съ пути. Впоследствии ты можешь оставить главные дороги и изучить подробности отдельныхъ группъ. Тогда ты увидишь, что изучать химию также весело, какъ и гулять въ лѣсу.

2. Свойства.

Учитель. Расскажи, что ты узналъ въ прошлый разъ.

Ученикъ. Химія это учения о веществахъ, а вещество это все то, изъ чего состоитъ какой либо предметъ.

Учитель. Первое правильно, а второе не совсемъ. Музыкальная пьеса состоитъ вѣдь изъ тоновъ, значить тоны вещества?

Ученикъ. Вѣдь можно тоны называть веществомъ, изъ котораго состоитъ музыка?

Учитель. Конечно это можно допустить на образной рѣчи, но на языкѣ науки подъ веществомъ разумѣется предметъ, имѣющій вѣсъ.

Ученикъ. Какое же имѣютъ право такъ ограничивать значение такого-нибудь названія.

Учитель. Право необходимости. Въ обыденной жизни, какъ ты видишь на твоёмъ примѣрѣ, не стараются точно опредѣлить значеніе слова. Въ наукѣ мы себѣ ставимъ задачей давать по возможности божіе точныя обозначенія, и поэтому мы обиходнымъ словамъ придаемъ точное и ограниченное значеніе. Оно должно близко подходить къ обиходному значенію и въ главныхъ чертахъ совпадать съ нимъ, но границы его употребленія и значенія гораздо рѣзче очерчены. Большею частію то, что носитъ названіе вещества въ обыденной жизни, называется также веществомъ и въ химіи, но не называютъ веществомъ ничего того, что не имѣетъ аѣса или что невѣсомо. И правъ теперь вторую часть своего положенія: вещество это все то ..

Ученикъ. Вещество это все то, изъ чего состоитъ какой-нибудь вѣсомой предметъ. Такъ, но я все таки еще не знаю, что такое собственно вещество.

Учитель. Какъ такъ?

Ученикъ. Я теперь могу сказать, что я долженъ называть веществомъ, вотъ и все, но изъ этого я еще не узналъ больше того, что я зналъ раньше. Я не знаю ничего о сущности веществъ.

Учитель. Откуда же ты могъ это узнать? Когда мы устанавливаемъ значеніе какого-либо слова для какой-либо науки (или опредѣляемъ слово), то этимъ мы только ограничиваемъ употребленіе этого слова определенной областью. Представь себѣ, что мы точно опредѣлили границу нашего лѣса. Развѣ, благодаря этому, мы его изучили? Но по мѣрѣ того, какъ ты будешь изучать свойства различныхъ веществъ, ты будешь этимъ самымъ изучать и ихъ сущность, и здѣсь тебѣ предстоитъ еще довольно работы!

Ученикъ. Но если я изучу всѣ свойства какого-либо вещества, я все таки буду знать, -какъ бы это сказать,- только его внѣшность. Къ его внутреннюю сущность я такимъ образомъ не смогу проникнуть.

Учитель. Помнишь ли ты, что существуютъ различныя свойства? Какія это?

Ученикъ. Ты хочешь напомнить то, о чемъ мы вчера говорили. Есть свойства измѣняемыя и неизмѣняемыя.

Учитель. Какія же служатъ для распознаванія веществъ?

Ученикъ. Неизмѣняемыя.

Учитель. Вотъ тебѣ то, что ты ищешь. Неизмѣняемыя свойства не могутъ быть отняты у вещества; если ихъ нѣтъ, то нѣтъ и вещества. Эти свойства и представляютъ собою сущность вещества.

Ученикъ Однако, это только его свойства Я же говорю о томъ, что лежитъ въ основаніи всѣхъ свойствъ

Учитель То, о чемъ ты говоришь должно, разумеется, получиться тогда, если отнять всѣ свойства какого-либо вещества. Представь себѣ кусокъ сахара, у котораго отняты всѣ его свойства, какъ цвѣтъ, форма, твердость, вѣсъ, вкусъ, что тогда останется?

Ученикъ. Я не знаю.

Учитель Ничего не останется. Только благодаря свойствамъ я узнаю, что нѣчто существуетъ, нѣтъ свойствъ, значитъ нѣтъ ничего, о чемъ я могъ бы говорить Ты долженъ слѣдовательно освободиться отъ представления, что кромѣ свойствъ предметовъ или веществъ существуетъ въ нихъ еще нѣчто такое, что имѣетъ большее значеніе и болѣе дѣйствительно, чѣмъ эти свойства Такъ дума и раньше, когда успѣхи науки были незначительны, остатки этого представления мы встрѣчаемъ еще въ разговорной рѣчи. Но развѣ мы сознали нашу ошибку, мы можемъ ее избѣгнуть и должны стараться не упогреблять словъ, напоминающихъ намъ это ошибочное мнѣніе

Ученикъ. Я вижу, что ты правъ но я боюсь, что мнѣ трудно будетъ отвыкнуть отъ этого,

Учитель Когда ты лучше и болѣе познакомишься съ химіей, ты самъ убѣдишься что рѣчь всегда идетъ о свойствахъ, и никогда о сущности веществъ и тогда ты постепенно забудешь о своемъ заблужденіи Хорошо уже и то, что ты понимаешь теперь, что все основано на назаніи и опредѣленіи свойствъ Назови мнѣ нѣкоторые свойства, по которымъ ты можешь узнать какое-либо вещество Напримеръ, какъ ты различаешь золото отъ серебра и отъ мѣди?

Ученикъ По цвѣту Серебро бѣлаго цвѣта, золото желтаго а мѣдь краснаго.

Учитель Принадлежитъ ли цвѣтъ къ измѣняемымъ или неизмѣняемымъ свойствамъ веществъ?

Ученикъ. Чаще всего, я думаю, къ измѣняемымъ

Учитель Почему ты говоришь такъ неопредѣленно?

Ученикъ. Я не вполнѣ увѣренъ въ томъ, что я говорю, о золотѣ и серебрѣ, можно прямо сказать, что ихъ цвѣта неизмѣняемы, но старая мѣдь вовсе не краснаго цвѣта она бываетъ темной, а иногда даже зеленой

Учитель Разсматривалъ-ли ты когда нибудь внимательно кусокъ старой позеленѣвшей мѣди? Развѣ такая мѣдь бываетъ вся цѣликомъ зеленой

Ученикъ. Конечно, нѣтъ, можно соскоблить зелень, и подъ ней опять будетъ красная мѣдь.

Учитель. Совершенно вѣрно. Эта зелень и не похожа на мѣдь, она не тягуча какъ металлъ, но рассыпчата какъ земля. Все дѣло объясняется тѣмъ, что на мѣди образовалось новое вещество. Это вещество зеленого цвѣта закрываетъ красную мѣдь подобно тому, какъ бѣлая краска покрываетъ желтое дерево стекольныхъ рамъ.

Ученикъ. Какъ образуется зелень на мѣди?

Учитель. Она образуется изъ мѣди. Какимъ образомъ это происходитъ ты узнаешь позднѣе. Теперь мы беремся еще къ вопросу о цвѣтѣ. Итакъ мы должны разсматривать цвѣтъ, какъ неизмѣняемое свойство, по которому можно распознать вещество. Но мы должны остерегаться, чтобы не принять цвѣтъ поверхности какого-нибудь предмета за цвѣтъ самаго вещества, изъ котораго состоитъ предметъ. Скорѣе всего можно узнать цвѣтъ вещества, изъ котораго состоитъ какой-нибудь предметъ, если этотъ предметъ разбить на мелкие куски. Мы это сейчасъ попробуемъ. Посмотри, что у меня здѣсь. Это—синее вещество, которое называется мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Пожалуйста, не разбивай его, онъ почти также красивъ, какъ отшлифованный драгоценный камень.

Учитель. Такія образования называются кристаллами, они не готовятся посредствомъ шлифовки, но образуются сами собою безъ нашей помощи.

Ученикъ. Могу я это видѣть?

Учитель. Ты скоро узнаешь, какъ образуются подобные кристаллы. У меня много этихъ кристалловъ, и мы можемъ пожертвовать однимъ кускомъ, разь онъ можетъ насъ кой-чему научить. Вотъ я его разбилъ; посмотри теперь, синяго-ли цвѣта это вещество?

Ученикъ. Да, потому что этотъ кусокъ внутри такого же синяго цвѣта, какъ и снаружи.

Учитель. Теперь мы его раздробимъ пестикомъ въ этой фарфоровой чашкѣ (фиг. 1), которая называется ступкой, на еще болѣе мелкие кусочки.

Ученикъ. Къ чему тебѣ напрасно трудиться, мы знаемъ уже, что будетъ.

Учитель. Будь только внимателенъ, дѣлая какое нибудь заключение, нужно какъ слѣдуетъ его проверять, иначе нельзя знать,

Рис. 1



не проглядѣли ли мы или не забыли ли мы чего нибудь, чѣлая этотъ выводъ. Что ты видишь?

Ученикъ. Кусокъ этого внутри не такой синій, какъ снаружѣ, и эти кусочки все становятся свѣтлѣе и свѣтлѣе, а теперь этотъ порошокъ совсѣмъ блѣдно-голубой, почти бѣлый, этого я не могу понять; вѣдь большіе куски были прежде темно-синяго цвѣта. Можетъ быть здѣсь прибавилось что-нибудь отъ ступки?

Учитель. Нѣтъ, фарфоръ очень крѣпокъ и при толченіи ничего отъ него не могло отломиться. Посмотри на этотъ кусокъ синяго стекла. Видишь, въ этомъ мѣстѣ онъ еще темнѣе, чѣмъ кусокъ мѣднаго купороса, а здѣсь вотъ онъ почти безцвѣтенъ, тѣмъ не менѣе и тутъ и тамъ мы имѣемъ дѣло съ тѣмъ же самымъ синимъ стекломъ.

Ученикъ. Ну, это очень просто. Стекло въ одномъ мѣстѣ гораздо толще, чѣмъ въ другомъ. Теперь-то я понялъ: маленькіе куски мѣднаго купороса такъ же свѣтлы, какъ тонкое стекло, а большіе куски такъ же темны, какъ толстое стекло.

Учитель. Совершенно вѣрно. Если свѣтъ проникаетъ въ кусокъ синяго вещества, то онъ много разъ отражается внутри куска, прежде, чѣмъ выйти наружу. Причемъ свѣтъ становится тѣмъ болѣе синимъ, чѣмъ длиннѣе пройденный имъ путь. Поэтому большіе и болѣе толстые куски вещества всегда темнѣе меньшихъ кусковъ. Точно также большія сплошныя массы морской воды имѣютъ темно-синій или темно-зеленый цвѣтъ, а болѣе тонкій слой воды кажется совершенно безцвѣтнымъ. Слѣдовательно, когда говорятъ о цвѣтѣ вещества, нужно при этомъ упомянуть, говорятъ ли о порошокѣ или о большихъ кускахъ вещества. Въ химіи большей частью подъ цвѣтомъ вещества разумѣется тотъ цвѣтъ, который свойственъ веществу въ томъ видѣ, въ какомъ оно получается при искусственномъ приготовленіи. По вопросу о цвѣтѣ можно еще много сказать, но на сегодня довольно съ тебя.

3. Вещества и смѣси.

Учитель. Повтори мнѣ вчерашній урокъ.

Ученикъ. Вещества узнаютъ по ихъ свойствамъ. Одно изъ такихъ свойствъ есть цвѣтъ, но этотъ цвѣтъ бываетъ различенъ, смотря по тому, будетъ ли у насъ вещество въ большихъ или малыхъ кускахъ.

Учитель. Вѣрно. Знаешь ли ты этотъ камень? Онъ называется гранитомъ. Какого онъ цвѣта?

Ученикъ. Сѣраго.. и красноватаго и чернаго

Учитель. Почему ты называешь различные цвѣта?

Ученикъ. Въ камнѣ этомъ находятся разныя части сѣрыя, красныя и черныя, такъ что нельзя сказать, какого онъ цвѣта.

Учитель. Вещество ли гранитъ?

Ученикъ. Конечно, потому что изъ гранита вытѣлываютъ всякую всячину, напр., мостовыя на улицахъ. И потому, маленький кусокъ гранита, тоже гранитъ.

Учитель. Посмотримъ, такъ ли это. Представь себѣ, что гранитъ разбить на маленькіе кусочки такимъ образомъ, что каждый кусочекъ состоитъ только изъ сѣраго или краснаго или чернаго вещества. Сложимъ теперь всѣ сѣрые кусочки въ отдѣльную кучку и сдѣлаемъ то же самое съ кусочками красными и кусочками черными. Мы получимъ три кучки. Назовешь ли ты каждую изъ нихъ гранитомъ, или назовешь такъ одну изъ нихъ и какую?

Ученикъ. Можетъ быть красную?.. Нѣтъ, это не такъ; когда всѣ кучки будутъ собраны вмѣстѣ, тогда только это будетъ гранитъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Можешь ли ты продѣлать то же самое съ кускомъ сахара, и сколько ты получишь тогда различныхъ кучекъ?

Ученикъ. Нѣтъ, не могу. Сахаръ всегда останется сахаромъ.

Учитель. Вѣрно. Обрати вниманіе на это важное различіе этихъ веществъ, какъ гранитъ, разбивъ который можно получить различные куски, называются смѣсями. Такія же вещества, какъ напр., сахаръ, съ которыми этого продѣлать нельзя называются однородными или иначе еще гомогенными веществами. Въ химіи мы изучаемъ лишь однородныя или гомогенныя вещества.

Ученикъ. Почему только эти?

Учитель. Если бы мы еще изучали и другія, то этому не было бы конца. Предположи, что ты имѣешь два различныхъ однородныхъ вещества, тогда ты можешь, смѣшивая эти вещества въ различныхъ отношеніяхъ, получить изъ нихъ безчисленное множество смѣсей. Если бы намъ пришлось заниматься каждой отдѣльной смѣсью, мы бы никогда не закончили.

Ученикъ. Но вѣдь нельзя же ихъ просто оставить безъ вниманія.

Учитель Конечно, ты совершенно правъ. Но намъ нѣтъ нужды знать каждую смѣсь отдѣльно, и вотъ почему. Когда мы смѣшиваемъ два однородныхъ вещества, то свойства полученной смѣси мы можемъ опредѣлить заранее, сложивъ свойства отдѣльныхъ веществъ, согласно тѣмъ отношеніямъ, въ которыхъ вещества смѣшаны. Напр., цвѣтъ смѣси опредѣляется цвѣтомъ взятыхъ для смѣси веществъ. Смѣшеніе красокъ въ живописи основывается на этомъ правилѣ. Вотъ почему намъ незачѣмъ изслѣдовать отдѣльно свойства смѣсей.

Ученикъ Объясни, прошу тебя, это подробнѣе.

Учитель. Если купецъ записалъ, что одинъ фунтъ товара стоитъ столько то денегъ, то ему нѣтъ нужды записывать, сколько стоитъ $\frac{1}{2}$ фунта или 10 фунтовъ или 67 фунтовъ, такъ какъ это легко вычислить. Такимъ же точно образомъ можно вывести свойства различныхъ смѣсей изъ свойствъ составныхъ частей, не изслѣдуя отдѣльно каждой смѣси. Все, что мы желали бы узнать о смѣси, легко вычисленіемъ вывести изъ того, что мы знаемъ о составныхъ частяхъ, т. е. изъ свойствъ составныхъ частей, поэтому зная свойства составныхъ частей, мы уже тѣмъ самымъ знаемъ о смѣсяхъ все то, что о нихъ можно знать. Напр., нѣмецкая серебряная монета состоитъ изъ девяти десятыхъ частей серебра и одной десятой части мѣди; поэтому цѣна фунта такой монеты складается изъ $\frac{9}{10}$ цѣны фунта серебра и $\frac{1}{10}$ цѣны фунта мѣди.

Ученикъ. Это я понимаю. Но я все таки не всегда могу узнать, имѣю ли я дѣло со смѣсью. Когда я смѣшиваю синюю и желтую краски, я получаю зеленую, а не смѣсь синей и желтой.

Учитель. Это объясняется только тѣмъ, что крупинки красокъ слишкомъ малы, для того чтобы ты могъ различить ихъ. Но если ты размотришь смѣсь подъ микроскопомъ ты увидишь синія крупинки рядомъ съ желтыми. Видь если положишь синее стекло на желтое или наоборотъ, то получается также зеленый цвѣтъ. Такимъ образомъ, и въ смѣшанныхъ краскахъ когда свѣтъ отъ желтыхъ крупинокъ проходитъ сквозь синія крупинки или наоборотъ, онъ становится зеленымъ.

Ученикъ. Но если оба вещества бѣлаго цвѣта, то и подъ микроскопомъ я ихъ не отличу другъ отъ друга, и я не узнаю смѣсь ли у меня или нѣтъ.

Учитель. Когда я смѣшаю ложку сахара съ ложкой бѣлаго песку, то конечно по внѣшнему виду я не узнаю, что смѣсь состоитъ изъ двухъ веществъ. Ну, а скажи-ка, что дѣлается съ сахаромъ когда я всыпаю его въ воду?

Ученик. Онъ расплывается, а вода потомъ становится совершенно прозрачной и сладкой.

Учитель. А что будетъ если всыпать въ воду песокъ?

Ученик. Онъ сдѣлаетъ воду мутной.

Учитель. И не сдѣлаетъ ее сладкой. Если теперь я всыплю мѣшечку песка и сахару въ воду, то она сдѣлаетъ воду мутной, какъ и сдѣлаетъ песокъ, и сладкой, какъ это дѣлаетъ сахаръ. Значитъ, могу различить эти оба вещества, когда они смѣшаны другъ съ другомъ.

Ученик. Да, это такъ.

Учитель. Почему же это такъ? Я скажу тебѣ это. Цвѣтъ не единственное свойство, которымъ обладаютъ вещества и по которому ихъ можно узнать и другъ отъ друга отличить. Отношение къ воде есть также особое свойство, и оно различно для сахара и песка. Тогда какъ цвѣтъ этихъ обоихъ веществъ одинаковъ, сдѣлано это для того чтобы можно было отличить другъ отъ друга два или нѣсколько такихъ веществъ, у которыхъ нѣкоторыя свойства одинаковы, нужно знать не одно, или два ихъ свойства, а многие. Вотъ почему химия изслѣдуетъ и описываетъ много различныхъ свойствъ веществъ. Теперь еще одинъ вопросъ. Въ случаѣ съ графитомъ легко себѣ представить, что можно отделить другъ отъ друга составныя его части, такъ какъ онъ разногo цвѣта. Полагается, что ты что мы какимъ нибудь путемъ можемъ также разделить смѣсь состоящую изъ сахару и песку?

Ученик. Это должно быть возможно, но я не знаю какъ.

Учитель. Взгляни на стаканъ, въ которомъ я размѣняла смѣсь водою. Песокъ осѣлъ на дно, а сахаръ растворился въ водѣ.

Ученик. Да, теперь я замечаю, что стоитъ слить только воду, тогда песокъ останется въ стаканѣ.

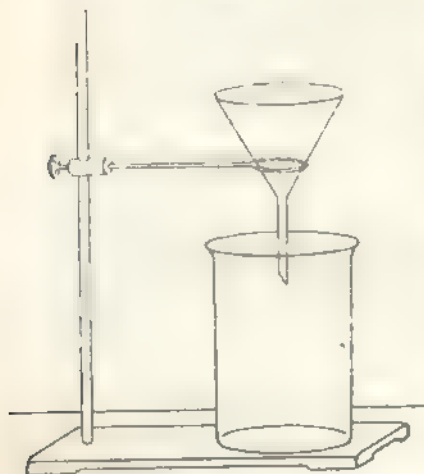
Учитель. Отделимъ ли мы такимъ образомъ сахаръ отъ песка?

Ученик. Нѣтъ, всю воду нельзя слить, песокъ останется открытъ и въ этомъ остаткѣ воды будетъ немного сахару.

Учитель. Посмотри же какъ это однако можно сдѣлать. Здѣсь имѣю крутой кусокъ бумаги, которую называютъ фильтровальною бумагой. Она похожа на промокательную бумагу, потому что она впитываетъ воду, но она состоитъ изъ болѣе чистаго и болѣе тонкаго вещества. Я ставлю бумагу два раза на крестъ и затѣмъ расправляю ее такъ, чтобы получилась бумажная воронка, которая имѣетъ на одной сторонѣ одинъ слой, а на другой сторонѣ три слоя бумаги.

Такую бумажную воронку мы называемъ фильтромъ. Я вкладываю мой фильтръ въ стеклянную воронку и смачиваю его водой. Теперь я прижимаю бумагу къ стѣнкамъ воронки такъ, чтобы она вездѣ плотно прилежала къ ней; затѣмъ я вставляю воронку въ подставку, а подъ ней ставлю стаканъ (фиг. 2).

Рис. 2.



Ученикъ. Для чего все это?

Учитель. Для того, чтобы вполне отделить сахаръ отъ песка. Если я вылью смѣсь песка и сахарной воды на фильтръ, то вода пройдетъ черезъ фильтръ въ стаканъ, а песокъ останется на фильтрѣ.

Ученикъ. Но вѣдь песокъ все таки еще мокрый, и значить, немного сахара все же останется на фильтрѣ.

Учитель. Этотъ остатокъ мы тоже переведемъ сейчасъ въ стаканъ. Для этого мнѣ нужно лишь налить немного чистой воды на фильтръ; вода стечетъ въ стаканъ и унесетъ съ собой сахаръ. Чтобы перенести на

фильтръ послѣдніе слѣды песка, оставшіеся въ стаканѣ, я смываю ихъ на фильтръ чистой водой. Но такъ какъ сразу не удастся увлечь весь песокъ, то я ожидаю, пока вода стечетъ съ фильтра, и повторю смывание нѣсколько разъ. Теперь цѣль достигнута, если теперь фильтръ съ пескомъ будетъ высушенъ, мы получимъ песокъ безъ малѣйшей примѣси сахара.

Ученикъ. А какъ же мы получимъ теперь сахаръ?

Учитель. Его мы получимъ завтра. Для этого я процѣженную воду сливаю въ плоскую фарфоровую чашку или въ тарелку и ставлю ее на теплую печь.

Ученикъ. Для чего?

Учитель. Что дѣлается съ водой, когда мы ставимъ ее на теплую печь?

Ученикъ. Она высыхаетъ.

Учитель. Да, она испаряется, она обращается въ водяной паръ, который уходитъ въ воздухъ, а въ чашкѣ ничего не остается. Проходитъ ли тоже самое съ сахаромъ? Становится ли его меньше, если онъ лежитъ на теплой печкѣ?

Ученикъ. Нѣтъ, онъ остается тамъ до тѣхъ поръ, пока его ктонибудь не съѣстъ.

Учитель. Вѣрно. Если я теперь поставлю нашу воду, содержащую сахаръ, въ теплое мѣсто, то вода будетъ испаряться, и когда вся вода испарится, то въ чашкѣ останется одинъ только сахаръ. Такимъ образомъ мы вполне раздѣлимъ нашу смѣсь на сахаръ и песокъ.

Ученикъ. Я бы очень хотѣлъ знать, какой видъ будетъ имѣть сахаръ завтра! Теперь его совсѣмъ не видно, такъ какъ вода совершенно прозрачна, а завтра мы опять должны его увидѣть!

4. Растворы.

Ученикъ. Есть тамъ сахаръ?

Учитель. Вотъ чашка; взгляни!

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ, я вижу бѣлую массу, которая похожа на сахаръ. Но здѣсь есть еще что-то жидкое.

Учитель. Это остатки воды, который еще смѣшался съ сахаромъ и который очень медленно уходитъ. Въ немъ растворено очень много сахара, поэтому жидкость стала гораздо меньше подвижной, чѣмъ чистая вода, и вода изъ этой жидкости испаряется тоже медленно.

Ученикъ. Но этотъ сахаръ не похожъ на порошокъ, какой мы взяли.

Учитель. Нѣтъ, онъ получился въ видѣ кристалловъ. Кристаллы эти въ чашкѣ невелики и неполнѣ отделимы. Но вотъ, я беру другой сахаръ. Узнаешь ты его?

Ученикъ. Да, это леденецъ.

Учитель. Вѣрно, этотъ леденецъ получается изъ обыкновеннаго сахара, если послѣдній растворить въ теплой водѣ и затѣмъ предоставить ему медленно выпадать изъ раствора или какъ говорятъ, кристаллизовываться. Если брать большія количества сахара и если кристаллизация происходитъ достаточно медленно, то получаются большіе, красивые кристаллы. Разсмотри внимательно леденецъ, каждый кусокъ представляетъ собой кристаллъ.

Ученики. Да, я замѣчаю, въ немъ вездѣ гладкія, ровныя площадки, но развѣ обыкновенный сахаръ не состоитъ изъ кристалловъ?

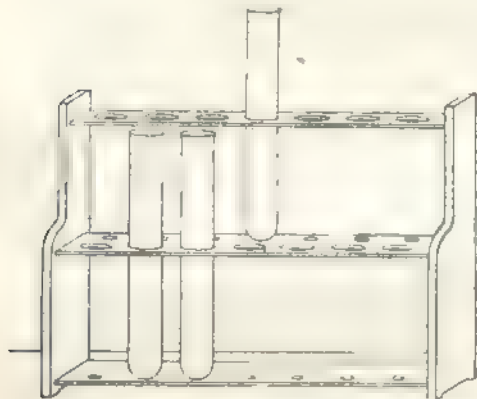
Учитель. Да, но кристаллы эти значительно меньше. Вотъ у тебя увеличительное стекло или лупа; разсмотри въ ней сахаръ изъ сахарницы.

Ученики. Онъ похожъ на леденецъ!

Учитель. Головной сахаръ также состоитъ изъ кристалловъ, но послѣдніе вросаютъ другъ въ друга, такъ что ихъ трудно ясно различить. Весь этотъ сахаръ выдѣлился изъ растворовъ, поэтому онъ всегда кристаллическій, т. е. онъ состоитъ изъ болѣе или менѣе ясно развитыхъ кристалловъ.

Ученики. Всегда ли получаются кристаллы, если дать раствору испаряться?

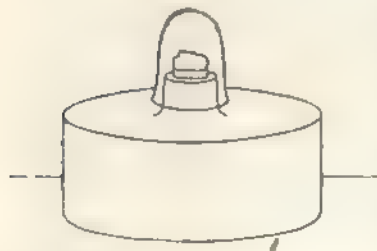
Рис. 3



Учитель. Въ большинствѣ случаевъ. Но для получения кристалловъ не всегда нужно испарять растворъ; имѣются для этого и другія средства. Одно изъ нихъ я сейчасъ покажу тебѣ. Въ этомъ стеклянномъ сосудѣ у меня мѣдный купоросъ (фиг. 3); если я небольшую часть его взболтаю съ водой, она растворится и окраситъ воду въ синий цвѣтъ.

Ученики. Почему ты дѣлаешь это въ стеклянной трубкѣ?

Рис. 4.



Учитель. Сейчасъ увидишь почему Химикъ употребляетъ такія трубочки при всѣхъ тѣхъ опытахъ, при которыхъ онъ имѣетъ дѣло съ небольшими количествами веществъ; поэтому онѣ и называются пробирными трубочками или пробирками. Теперь я зажигаю мою спиртовую лампу (фиг. 4) и нагреваю воду съ мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Будь остороженъ, стекло лопнетъ! Удивительно, оно не лопаётся.

Учитель. Такія трубочки не лопаются, если съ ними осторожно обращаться. Присмотрись къ тому, что происходитъ въ трубочкѣ, когда въ водѣ были кусочки мѣднаго купороса, теперь онъ исчезъ, и растворъ становится темно-синимъ. Я могу теперь еще прибавить мѣднаго купороса, который въ свою очередь растворится. Если я буду все больше и больше прибавлять купороса, то въ концѣ концовъ часть купороса останется нерастворенной, хотя бы я даже вскипятилъ жидкость. Я прибавляю теперь еще немного воды и опять нагреваю, тогда все растворяется. Оставимъ теперь прозрачную жидкость немного постоять.

Ученикъ. Но почему же не лопнула пробирка? Въдѣ стекло лопаётся, если его нагревать.

Учитель. Не всегда. Ты въдѣ знаешь, что стекло получается путемъ плавления. При этомъ стекло должно было быть очень сильно нагрѣтымъ; каждый кусокъ стекла или каждый стеклянный сосудъ былъ слѣдовательно горячимъ и однако онъ не лопнулъ.

Ученикъ. Да, но мать недавно опять бранила меня за то, что налилъ въ стаканъ горячаго чая, и стаканъ отъ этого лопнулъ.

Учитель. Здѣсь противорѣчье, изъ котораго мы должны выдѣлаться. Когда стекло вообще лопаётся?

Ученикъ. Когда мы ударяемъ по немъ, или ломаемъ его.

Учитель. Да, т. е. когда мы хотимъ сообщить стеклу другую форму и для этого надавливаемъ на разныя части его не съ одинаковою силой. Какъ ты думаешь, можетъ ли теплота также оказывать вліяніе на форму стекла?

Ученикъ. Да, отъ теплоты всѣ тѣла расширяются.

Учитель. Вѣрно, горячее стекло становится немного больше холоднаго. Видѣлъ ли ты это когда либо?

Ученикъ. Нѣтъ, увеличеніе такъ мало, что его нельзя замѣтить.

Учитель. Я покажу тебѣ это. Вотъ здѣсь у меня длинная стеклянная трубка. Одинъ конецъ ея я вставляю въ зажимъ такъ, чтобы она держалась горизонтально, у другого конца я ставлю линейку съ дѣлениями. Замѣть дѣленіе, противъ котораго приходится этотъ конецъ. Для того чтобы ты лучше могъ видѣть, я, при помощи вола, прикрѣпляю въ концѣ черную иглу. Теперь я подъ трубкой помещаю лампу и нагреваю ее (фиг. 5). Что ты видишь?

Ученикъ. Конѣцъ трубки поднимается сначала вверхъ, и потомъ медленно опускается внизъ. Удивительно!

Рис. 5.



Учитель. Почему это удивляетъ тебя?

Ученикъ. Я полагалъ, что игла должна выдвинуться впередъ. Такъ какъ теплота расширяетъ стеклянную трубку, то она должна сдѣлаться длинѣе.

Учитель. Вѣсто этого трубка изгибается, и изгибается именно вверхъ. Сейчасъ я объясню тебѣ это.

Ученикъ. Позволь, я и самъ знаю. Трубка, снизу, гдѣ она согрѣвается огнемъ, стала болѣе горячей, чѣмъ сверху; поэтому она внизу разширилась болѣе, чѣмъ сверху, и отъ этого изогнулась вверхъ.

Учитель. Вѣрно, но загѣмъ трубка согрѣлась также вверху, и выпрямилась. И такъ, стекло немного гибко; если же я буду изгибать его слишкомъ сильно...

Ученикъ. Оно сломается.

Учитель. Теперь ты можешь сообразить, въ какихъ случаяхъ стекло при нагрѣваніи лопается. Если стекло нагрѣвается неравномѣрно, оно изгибается и, при слишкомъ сильномъ нагрѣваніи, лопается. Но этого не происходитъ, если стекло нагрѣвается равномѣрно. Горячій чай нагрѣлъ стаканъ изнутри, снаружи же стаканъ оставался еще холоднымъ, вслѣдствіе чего онъ и лопнулъ.

Ученикъ. Однако твоя пробирка была холодна внутри, когда ты внесъ ее въ огонь и нагрѣлъ снаружи, почему же она не лопнула?

Учитель. Потому что она сдѣлана изъ очень тонкаго стекла и теплота быстро распространилась по всему стеклу. Тонкое стекло можно и сгибать гораздо сильнѣе, чѣмъ толстое, прежде чѣмъ оно лопнетъ. Поэтому всякую химическую стеклянную посуду, которую нужно нагрѣвать, дѣлаютъ изъ тонкаго стекла и заботятся о томъ, чтобы она не нагрѣвалась слишкомъ быстро или въ одномъ какомъ

либо мѣстѣ, для того, чтобы теплота постепенно и равномерно распространялась по стеклу. Посмотримъ теперь на нашъ растворъ мѣднаго купороса, который успѣлъ уже охладиться.

Ученикъ. Въ трубочкѣ опять твердый мѣдный купоросъ!

Учитель. Я сливаю жидкость въ другую пробирку и при помощи стеклянной палочки вынимаю твердыя частицы. Для того чтобы онѣ высохли, я кладу ихъ на фильтровальную бумагу, которая впитываетъ влагу. Разсмотри ихъ внимательно, что ты видишь?

Ученикъ. Это опять кристаллы!

Учитель. Конечно. Эти кристаллы получились не отъ того, что жидкость испарилась, а отъ того, что она охладилась.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это.

Учитель. Если ты берешь определенное количество воды и начинаешь растворять въ ней мѣдный купоросъ, то можешь ли ты растворить какое угодно количество его?

Ученикъ. Нѣтъ, онъ перестаетъ потомъ растворяться.

Учитель. Правильно; данное количество воды можетъ растворить только определенное количество какого-либо вещества. Такой растворъ называется „насыщеннымъ“.

Ученикъ. Потому что онъ не можетъ больше быть!

Учитель. Но если такой растворъ нагрѣвать?

Ученикъ. Онъ становится опять голоднымъ.

Учитель. Да, тогда онъ можетъ растворить еще нѣкоторое количество вещества. Но если затѣмъ его опять охладить, онъ не въ состояннн удержать въ себѣ то же количество, что и горячій растворъ, и излишекъ вещества выдѣляется въ твердомъ видѣ, въ формѣ кристалловъ.

Ученикъ. Это собственно похоже на то, что бываетъ при испареннн. Тамъ уходила вода и отъ этого вещество не могло больше оставаться въ растворѣ.

Учитель. Вѣрно; всякій разъ, когда имѣется болѣе вещества, чѣмъ нужно для насыщеннаго раствора, оно выдѣляется въ твердомъ видѣ. Позже мы познакомимся еще съ однимъ условнємъ, которое при этомъ должно быть выполнено. однако, я еще не спрашивалъ тебя о томъ, что ты узналъ вчера?

Ученикъ. Вчера мы говорили о смѣсяхъ и однородныхъ веществахъ. Смѣси состоятъ изъ различныхъ веществъ.

Учитель. А какъ мы можемъ распознавать и раздѣлять ихъ на составныя части?

Ученикъ. Потому что составныя части имѣютъ различныя свойства. Напр., мы можемъ отбирая отдѣлить одну составную часть отъ другихъ, если онѣ различнаго цвѣта; можемъ одну часть растворить въ водѣ, а другія останутся нерастворенными.

Учитель. Такъ, -конечно если другія части не растворяются въ водѣ. А образующіеся при этомъ растворы представляютъ собой смѣси или однородныя вещества?

Ученикъ. Смѣси.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что ихъ можно составить изъ различныхъ веществъ и опять разложить на составныя части.

Учитель. До нѣкоторой степени это вѣрно; но развѣ растворы имѣютъ, подобно другимъ смѣсямъ, такія свойства, которыя слагаются изъ свойствъ составныхъ частей?

Ученикъ. Да; растворъ мѣднаго купороса синяго цвѣта, какъ и самъ мѣдный купоросъ, и растворъ сахара также сладокъ, какъ самъ сахаръ.

Учитель. Но мѣдный купоросъ и сахаръ твердыя тѣла, а ихъ растворы жидки, какъ вода. Если ты смѣшаешь съ водой какое-нибудь другое твердое тѣло, какъ, напримѣръ, песокъ, ты получишь кашу, а не растворъ.

Ученикъ. Да, это разница. Но можетъ быть сахаръ распадается на такія маленькія частички, что ихъ нельзя ни видѣть, ни нащупать?

Учитель. Такъ можно предполагать, но нельзя этого доказать. Потому что, когда мы рассматриваемъ растворъ даже подъ сильнѣйшимъ микроскопомъ, мы не видимъ все же различныхъ частицъ.

Ученикъ. Но можетъ быть частицы еще мельче?

Учитель. Объ этомъ бесполезно говорить, такъ какъ нельзя рѣшить этого вопроса.

Ученикъ. Значитъ растворы имѣютъ что то особенное, что отличаетъ ихъ отъ обыкновенныхъ смѣсей?

Учитель. Конечно; растворы—это однородныя или гомогенныя смѣси.

Б. Плавленіе и затвердѣваніе.

Учитель. О чемъ мы говорили вчера?

Ученикъ. О растворахъ. Но я не все хорошо понялъ.

Учитель. Въ чемъ ты встрѣтилъ затруднение?

Ученикъ. Въ томъ, что изъ твердаго тѣла и жидкости получается опять жидкость.

Учитель. Подумай-ка, не получается-ли иногда жидкости изъ твердыхъ тѣлъ?

Ученикъ. О, да; когда снѣгъ или ледъ таетъ.

Учитель. Происходитъ-ли это только со льдомъ или снѣгомъ, или и другія вещества могутъ таять?

Ученикъ. Да, подъ новый годъ мы плавили олово и оно таяло.

Учитель. Нагрѣваніемъ можно, вообще говоря, расплавить твердыя вещества или обратить ихъ въ жидкости. А когда мы жидкости охлаждаемъ—

Ученикъ. Онѣ опять дѣлаются твердыми.

Учитель. Такимъ образомъ мы можемъ превратить Рис 6
ледъ въ воду, нагрѣвая его, и воду въ ледъ, охлаждая ее. При какой температурѣ ледъ дѣлается жидкимъ?

Ученикъ. При 0° .

Учитель. А при какой температурѣ вода застываетъ въ ледъ?

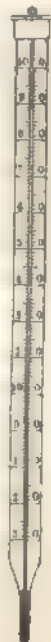
Ученикъ. Тоже при 0° .

Учитель. Когда мы нагрѣваемъ ледъ до 0° , онъ тотчасъ же обращается въ жидкость?

Ученикъ. Онъ, конечно, долженъ сейчасъ же растаять.

Учитель. Ты очевидно забылъ то, что проходилъ объ этомъ на урокъ физики. Произведемъ же сами опытъ. Здѣсь у меня термометръ (фиг. 6). Онъ состоитъ изъ узкой стеклянной трубки, оканчивающейся расширеніемъ, въ которомъ находится ртуть. Такъ какъ ртуть при нагрѣвании расширяется гораздо сильнѣе, чѣмъ стекло, то ртуть подымается въ стеклѣ тѣмъ выше, чѣмъ выше температура. Рядъ дѣлений, равно отстоящихъ другъ отъ друга и отмѣченныхъ цифрами, или скала позволяютъ въ любой моментъ узнать и выразить въ числахъ уровень ртути. Я погружаю расширенную часть термометра въ мелко истолченный ледъ, находящийся въ этомъ стаканѣ, по прошествіи короткаго времени ртуть останавливается противъ той черты, которая отмѣчена цифрою 0° .

Ученикъ. Почему ртуть останавливается какъ разъ на 0° ?



Учитель. Объ этомъ постарался механикъ, дѣлавшій термометръ. Когда онъ изготовилъ его и ему оставалось лишь установить шкалу, онъ погрузилъ его въ тающій ледъ и отмѣтилъ то мѣсто, на которомъ остановилась ртуть. Затѣмъ онъ расположилъ шкалу такъ, что нулевая черта ея пришлось какъ разъ противъ этого мѣста.

Ученикъ. Значитъ тамъ тепло равняется нулю.

Учитель. Нѣтъ, мы только обозначили нулемъ эту температуру. Выборъ нашъ совершенно произволенъ; ты знаешь, вѣдь, что зимой температура падаетъ далеко ниже нуля. Самая низкая температура, какой удалось достигнуть до настоящаго времени, тежитъ на 250° ниже нуля.

Ученикъ. Почему же остановились на этомъ именно выборѣ?

Учитель. Ты сейчасъ это узнаешь. Я прижимаю мои ладони къ стакану и согреваю его; наблюдай за термометромъ.

Ученикъ. Онъ все еще стоитъ на 0° .

Учитель. Теперь я приливаю въ стаканъ немного воды изъ бутылки, стоявшей въ комнатѣ. Какую температуру имѣетъ эта вода?

Ученикъ. Въ комнатѣ бываетъ 17° 18° . Вода должна быть почти такой же теплой.

Учитель. Взгляни на термометръ.

Ученикъ. Онъ показываетъ 5° .

Учитель. Теплая вода слѣдовательно подняла температуру. Теперь перемѣшай тщательно.

Ученикъ. Ртуть все понижается; теперь она опустилась до нуля и остановилась. Почему это? Вѣдь въ комнатѣ теплѣе и термометръ долженъ бы подняться.

Учитель. Когда у насъ есть смѣсь изъ воды и льда, то температура остается на нулѣ до тѣхъ поръ, пока имѣются эти оба вещества вмѣстѣ, т. е. до тѣхъ поръ, пока не растаетъ весь ледъ или не замерзнетъ вся вода. Когда мы нагреваемъ такую смѣсь, для того чтобы повысить температуру, то таетъ столько льда, что прибавленное тепло поглощается; когда же мы отнимаемъ тепло, т. е. охлаждаемъ смѣсь, то замерзаетъ столько воды, что отнятое тепло замѣняется новымъ.

Ученикъ. Развѣ когда замерзаетъ вода, то образуется тепло?

Учитель. Конечно. Когда вода превращается въ ледъ, то получается какъ разъ столько тепла, сколько его поглощается, когда ледъ превращается въ воду.

Ученикъ. Почему столько же?

Учитель. Представь себѣ, что оба количества тепла были бы неодинаковы. Предположи, что тепло, получающееся при замерзаніи, выражено числомъ 80, а тепло, которое поглощается при таяніи, выражается числомъ 60. Если мы теперь сначала заморозимъ воду а затѣмъ, дадимъ ей растаять, то она въ результатѣ окажется такой же, какой она была сначала. Но при замораживаніи воды у насъ получилось 80 единицъ тепла, а при таяніи поглотилось только 60; слѣдовательно, 20 единицъ тепла остались не употребленными. Этотъ опытъ мы можемъ повторить сколько намъ угодно разъ: каждый разъ у насъ оставалось бы не употребленнымъ 20 единицъ тепла, и дѣлая такой опытъ нѣсколько разъ, мы смоли бы получить изъ ничего какое-угодно количество тепла. Но это невозможно, слѣдовательно, при таяніи или плавленіи должно поглощаться столько же тепла, сколько его образуется при застываніи или замерзаніи.

Ученикъ. Развѣ дѣйствительно невозможно получить тепло изъ ничего? При треніи вѣдь образуется тепло.

Учитель. Но не изъ ничего. При треніи производится работа, которую также нельзя создать изъ ничего — Однако оставимъ этотъ вопросъ, такъ какъ позже я объясню тебѣ, что обозначаетъ слово „количество“ тепла и какъ это количество измѣрить. Вернемся къ нашему льду и водѣ Ты видѣлъ, что, пока эти вещества находятся въ смѣси, термометръ всегда указываетъ одну и ту же опредѣленную температуру, которую принято разъ навсегда обозначать нулемъ. Слѣдовательно, существуетъ вполне опредѣленная температура, при которой твердый ледъ переходитъ въ жидкую воду, т. е. плавится. Какъ ты думаешь, когда какое нибудь твердое тѣло плавится, то происходитъ ли это всегда при одной опредѣленной температурѣ?

Ученикъ. Должно быть такъ, потому что свинецъ напримѣръ плавится легко, а серебро трудно.

Учитель. Мы имѣемъ здѣсь общій законъ: каждое вещество плавится при одной вполне опредѣленной температурѣ и при той же температурѣ застываетъ. Точка плавленія и точка застыванія или затвердѣванія какого нибудь вещества одинаковы. Это та температура, при которой твердое и жидкое вещество могутъ находиться въ смѣси другъ возлѣ друга и при которой прибавляемое или отнимаемое отъ смѣси тепло идетъ только на то, чтобы увеличить количество жидкаго вещества на счетъ твердаго, или твердаго на счетъ жидкаго. Точка плавленія является слѣдова-

тельно определеннымъ свойствомъ для каждого вещества, подобно его цвѣту или растворимости.

Ученикъ. Кто далъ этотъ законъ?

Учитель. Слово законъ не нужно понимать здѣсь въ буквальномъ смыслѣ. Было только замѣчено, что вещества всегда относятся такъ, какъ я сказалъ только что, и ихъ сравнили съ послушными учениками, которые всегда дѣлаютъ то, что имъ велятъ. Въ естественныхъ наукахъ называютъ закономъ собственно только выводъ изъ опытовъ и наблюденій надъ большимъ числомъ предметовъ и явленій.

Ученикъ. Много ли такихъ законовъ?

Учитель. Да, довольно много. Знаніе такихъ законовъ облегчаетъ намъ запоминаніе отдѣльныхъ фактовъ и пользованіе ими.

Ученикъ. Объяснись, пожалуйста, яснѣе.

Учитель. Возьмемъ для примѣра законъ, который говоритъ, что смѣсь льда и воды имѣетъ всегда определенную температуру. Если въ какомъ нибудь городѣ какой нибудь механикъ, изготовляющій термометры, для установленія точки 0^0 пользовался тамошнимъ льдомъ и водой, то онъ можетъ быть увѣренъ, что его термометръ покажетъ 0^0 въ любой точкѣ земного шара, разъ онъ будетъ погруженъ въ смѣсь льда и воды. Если бы было не такъ, онъ бы не могъ продать ни одного термометра и мы не могли бы пользоваться такимъ термометромъ для нашихъ цѣлей.

Ученикъ. Это очень славный законъ, разъ онъ такъ помогаетъ механику!

Учитель. Законъ природы не есть живое существо, которое что-либо можетъ дѣлать, или не дѣлать. Славно скорѣе то, что удалось установить, что ледъ и вода находясь вмѣстѣ, всегда показываютъ одну и ту же температуру. Благодаря этому обстоятельству механикъ въ состояніи изготовлять термометры, годные къ употребленію. Но когда на термометрахъ нанесена только нулевая точка, онъ еще не готовъ; на него должны быть нанесены еще и другія линіи.

Ученикъ. Не миллиметры ли это, какъ на линейкѣ?

Учитель. Нѣтъ, вѣдь трубка термометра мѣстами можетъ быть уже, мѣстами шире, а шарикъ со ртутью бываетъ то больше, то меньше. Поэтому, когда термометры будутъ даже одинаково нагрѣты, ртуть будетъ подыматься въ нихъ на различную высоту, и слѣдовательно показанія ихъ не будутъ совпадать.

Ученикъ. Это вѣрно. Значитъ нужно всѣ термометры одинаково нагрѣть, отмѣтить мѣсто, до котораго въ каждомъ термометрѣ

поднялась ртуть, и разстояніе этого мѣста отъ нулевой точки раздѣлитъ въ каждомъ термометрѣ на одинаковое число частей.

Учитель. Хорошо. До какой же температуры нагрѣть ихъ.

Ученикъ. До какой-нибудь.

Учитель. Это недостаточно. Въдѣ въ такомъ случаѣ всѣ термометры, сдѣланные въ одинъ приемъ, будутъ дѣйствительно согласоваться другъ съ другомъ, но въ другомъ мѣстѣ не будетъ извѣстно, какова была температура, при которой было нанесено верхнее дѣленіе.

Ученикъ. Не знаю, какъ здѣсь помочь.

Учитель. Мы вышли бы изъ затрудненія, если бы намъ извѣстна была какая-нибудь температура, которую также легко получить, какъ температуру замерзанія льда.

Ученикъ. Ахъ, я вспомнилъ теперь; это температура кипѣнія воды.

Учитель. Конечно, это температура, при которой кипитъ вода. Но объ этомъ у насъ рѣчь будетъ завтра.

6. Испареніе и кипѣніе.

Учитель. О чемъ мы говорили вчера?

Ученикъ. Я узналъ, что ледъ при таяніи показываетъ всегда одну и ту же температуру, и что она не мѣняется отъ того, имѣется ли много или мало воды или льда.

Учитель. А что бываетъ при замерзаніи воды?

Ученикъ. Термометръ показываетъ ту же самую температуру. А что же будетъ если вся вода замерзнетъ?

Учитель. Тогда мы будемъ имѣть одинъ только ледъ, который можемъ охлаждать, сколько хотимъ. То же самое будетъ, если мы расплавимъ ледъ; когда весь ледъ станетъ жидкимъ.

Ученикъ. У насъ будетъ одна только вода, которую мы можемъ нагрѣвать, сколько хотимъ.

Учитель. Твое заключеніе, пожалуй, правильно на первый взглядъ, но оно слишкомъ поспѣшно, такъ какъ оно непримѣнимо во всѣхъ случаяхъ. Впрочемъ, къ этому мы вернемся позже. Сначала мы повторимъ вкратцѣ то, о чемъ уже говорили. При какихъ условіяхъ мы получаемъ температуру 0° ? Попробуй выразить это возможно кратче и въ общихъ словахъ.

Ученикъ. Позволь подумать. Ледъ показываетъ 0° , когда онъ таетъ, а вода, когда она замерзаетъ. Но когда ледъ растаялъ или вода замерзла, они уже не показываютъ болѣе 0° . Следовательно,

ледъ долженъ быть вмѣстѣ съ водой или вода вмѣстѣ со льдомъ. Ага, теперь я могу сказать: когда вода и ледъ находятся въ смѣси, температура равна 0°.

Учитель. Вѣрно, таково условіе. Можешь ли ты сказать, почему это условіе должно быть выполнено?

Ученикъ. Мнѣ кажется, что это должно быть очень просто, но я не могу выразить этого словами.

Учитель. Оно дѣйствительно очень просто. Что происходитъ когда мы пробуемъ нагрѣть смѣсь льда и воды?

Ученикъ. Вчера ты объяснилъ мнѣ это, немного льда растаетъ и черезъ это поглотится то тепло, которое мы сообщили смѣси.

Учитель. А что происходитъ, когда мы охлаждаемъ смѣсь?

Ученикъ. Немного воды замерзаетъ и получается...

Учитель. И получается при этомъ какъ разъ столько же тепла, сколько его было отнято. Ты видишь, дѣло обстоитъ здѣсь такимъ же точно образомъ, какъ съ водой въ прудѣ, которая всегда находится на одномъ и томъ же уровнѣ. Если мы возьмемъ нѣкоторое количество воды изъ пруда, то на ея мѣсто притекаетъ новая вода изъ источника; если же мы прибавляемъ въ прудъ воду, то она перельется черезъ плотину и уровень остается прежнимъ.

Ученикъ. Я понялъ это, но мнѣ кажется, что здѣсь не все еще ладно. Развѣ температура будетъ одна и та же и тогда, когда имѣется много воды и мало льда, и тогда когда имѣется мало воды и много льда?

Учитель. Ты былъ невнимателенъ; вчера мы называли это закономъ природы, т. е. чѣмъ то такимъ, что остается всегда неизмѣннымъ.

Ученикъ. Да, теперь я вспомнилъ. Теперь я все понялъ... Однако все это очень просто, я полагалъ, что это должно быть сложнѣе.

Учитель. Съ тобой это часто будетъ случаться; когда уяснишь себѣ какую либо вещь, она всегда кажется очень простой. Но самое уясненіе не бываетъ всегда простымъ и не всегда легко достигается.—Вернемся однако къ нашему разсужденію. Можно ли дѣйствительно нагрѣвать воду безъ льда какъ угодно долго? Что случится, если я поставлю на огонь сосудъ съ водой?

Ученикъ. Сначала вода станетъ горячей, а затѣмъ она начнетъ кипѣть.

Учитель. Вѣрно. Продолсимъ же этотъ опытъ. Здѣсь у меня бутылка изъ тонкаго стекла, которую я могу поставить на огонь,

причемъ она не лопнетъ. Въ бутылкѣ содержится немного воды, я помѣщаю ее на треножникѣ, подь которымъ находится лампа (фиг. 7).

Ученикъ. Зачѣмъ на треножникѣ сѣтка?

Учитель. Во первыхъ, для того, чтобы на нее можно было ставить большіе и малые сосуды. Во вторыхъ, металлическая сѣтка разсѣваетъ жаръ пламени и тѣмъ самымъ предохраняетъ стекло, и оно не лопается даже въ томъ случаѣ, если оно немного толще, чѣмъ стекло нашей бутылки. Теперь я опускаю термометръ въ воду...

Ученикъ. Смотри, вода становится все теплѣе!

Учитель. Погоди!

Ученикъ. Теперь вода кипитъ, и ртуть поднялась совсѣмъ высоко — она показываетъ уже 100° . Вотъ сейчасъ она заполнитъ весь термометръ. А что произойдетъ, когда ртуть некуда будетъ больше расширяться?

Учитель. Термометръ тогда лопнетъ, такъ какъ ртуть тогда будетъ сильно давить изнутри.

Ученикъ. Такъ прими же скорѣй лампу!

Учитель. Смотри лучше на термометръ.

Ученикъ. Ртуть все еще стоитъ на 100° .

Учитель. И еще долго будетъ такъ оставаться. Я увеличиваю огонь; что ты видишь?

Ученикъ. Вода кипитъ гораздо сильнѣе.

Учитель. А термометръ?

Ученикъ. Онъ все еще показываетъ 100° . Ага, теперь-то я начинаю кое-что понимать. Здѣсь, кажется, все происходитъ такъ-же, какъ и при плавленіи.

Учитель. Совершенно вѣрно; попробуй указать, въ чемъ сходство. Тамъ температура была неизмѣнна, покуда на лицо находились два вещества—ледъ и вода. А какъ обстоитъ дѣло здѣсь?

Ученикъ. Здѣсь тоже есть вода, но гдѣ же второе вещество? Стой, я знаю, это — паръ. Вѣрно?

Рис. 7



Учитель. Конечно. Когда я при помощи огня, сообщаю водѣ все больше и больше тепла, то послѣднее идетъ не на нагрѣваніе воды, а на ея превращеніе....

Ученикъ. Въ парѣ!

Учитель. Если теперь здѣсь все происходитъ такъ же какъ при плавленіи, то сходство должно идти еще дальше. Раньше мы имѣли одну и ту же температуру, все равно—исходили ли мы изъ воды или льда,—теперь...

Ученикъ. Теперь мы должны получить одну и ту же температуру, все равно—будемъ ли мы исходить изъ воды или пара. Первое мы уже попробовали, но какъ же сдѣлать такъ, чтобы исходить изъ пара? Намъ, для этого вѣдь нужно было бы имѣть сосудъ съ паромъ и попробовать охлаждать его. Это нелегко сдѣлать, такъ какъ для этого нуженъ паровой котель.

Учитель. Однако мы обойдемся и болѣе простыми средствами. Смотри, я вынимаю термометръ и жду нѣкоторое время. Теперь термометръ немного охладился, ртути въ немъ стоитъ ниже 50°. Я опять опускаю его въ бутылку, но не погружаю его въ кипящую воду, а помѣщаю его надъ водой въ верхней части бутылки. Что ты замѣчаешь?

Ученикъ. Съ термометра капаетъ вода. Какъ она туда попала? А я это знаю: водяной паръ сгустился на холодномъ термометрѣ въ верхней части бутылки.

Учитель. Правильно; взгляни-ка, какая температура?

Ученикъ. Опять 100°.

Учитель. Вотъ мы и сдѣлали опытъ, для котораго тебѣ нуженъ былъ паровой котель. Въ верхней части бутылки содержится паръ, который выходитъ оттуда и, выходя на воздухъ, образуетъ облака. Холодный термометръ сгущаетъ часть паровъ въ жидкую воду, такъ что въ верхней части бутылки ты имѣешь смѣсь пара и воды. На термометрѣ сгущается въ воду такое количество пара, при сгущении котораго выделяется какъ разъ столько же тепла, сколько потерялъ при охлажденіи вынутый изъ бутылки термометръ, и температура тогда опять должна подняться до 100°.

Ученикъ. Есть ли дѣйствительно въ верхней части бутылки водяной паръ? Вѣдь она совершенно прозрачна!

Учитель. Водяной паръ прозраченъ, какъ воздухъ.

Ученикъ. Такъ? А я думалъ, что водяной паръ походить всегда на туманъ и не прозраченъ. Когда паръ выходитъ изъ локо-

мотива, мы видимъ густое, бѣлое облако, да и облака на небѣ вѣдь тоже водяной паръ.

Учитель Нѣтъ; то, что ты видишь не есть водяной паръ, а жидкая вода въ видѣ мельчайшихъ капелекъ, которыя образовались изъ пара при его охлажденіи. Если бы ты могъ взглянуть внутрь котла локомотива, ты бы увидѣлъ, что онъ внутри прозраченъ, какъ будто онъ наполненъ воздухомъ. Вѣдь въ прозрачномъ воздухѣ гакже всегда содержатся большія количества водяного пара, но туманъ и облака образуются изъ него лишь тогда, когда онъ охлаждаясь превращается въ мелкія капельки жидкой воды. Ты видишь такимъ образомъ, что дѣло здѣсь обстоитъ дѣйствительно такъ же, какъ въ случаѣ смѣси воды и льда. Вода и паръ существуютъ другъ подле друга лишь при одной определенной температурѣ, и покуда они находятся вмѣстѣ, эта температура не измѣняется.

Ученикъ Почему она равна именно 100° ?

Учитель. Да на каждомъ термометрѣ ставятъ число 100° какъ разъ въ той точкѣ, на которой ртуть останавливается, когда термометръ погруженъ въ кипящую воду.

Ученикъ Зачѣмъ это дѣлають?

Учитель. Ты развѣ не помнишь, на чемъ остановился нашъ механикъ, изготовляющій термометры? Онъ отмѣтилъ лишь одну точку на своихъ термометрахъ и поставилъ нуль тамъ, гдѣ остановилась ртуть при погруженіи термометровъ въ тающій ледъ. Теперь ему остается получить еще другую определенную температуру, для того чтобы отмѣтить на термометрѣ еще другую точку и нанести на инструментъ дѣленія. Эта вторая температура есть температура кипящей воды, причемъ принято разстояние между этими двумя точками дѣлить на сто равныхъ частей. Такъ какъ нижняя точка обозначена нулемъ, то верхняя должна быть обозначена числомъ 100.

Ученикъ. Такъ теперь я понимаю это. Но какъ же измѣрить температуры, которыя выше 100° или ниже 0° ?

Учитель. Да просто продолжаютъ дѣленіе вверхъ (выше 100°) и внизъ (ниже 0°) до тѣхъ поръ, пока для этого есть мѣсто. Смотря потому, хотять ли приготовить термометръ для низкихъ или для высокихъ температуръ, въ него наливають больше или меньше ртути, напимѣръ, если хотять приготовить термометръ, которымъ можно было бы измѣрять температуры ниже 0° , то 0 на скалѣ долженъ стоять довольно высоко, для того чтобы между нимъ и шарикомъ термометра оставалось достаточно мѣста для нанесенія дѣленій для температуръ ниже нуля, и ртути, слѣдовательно, въ такой термометръ

Рис. 8а.



нужно налить столько, чтобы при погружении его въ таюшій лёдъ она стояла довольно высоко надъ шарикомъ (напр. доходила бы до точки А (рис 8а), гдѣ и ставятъ 0). Если же хотятъ приготовить термометръ лишь для температуръ выше нуля, то тогда нужно налить меньше ртути; достаточно тогда налить ея столько, чтобы при помѣщеніи термометра въ таюшій лёдъ уровень ея былъ лишь немного выше шарика термометра [напр., доходилъ бы до точки В (рис. 8а), гдѣ тогда и ставятъ нуль]; и если такой термометръ долженъ служить для измѣренія температуръ выше 100°, то нужно позаботиться сдѣлать трубку его довольно длинной, чтобы было достаточно мѣста для нанесенія дѣленій выше 100° (напр. до 150—200°)¹⁾.

Ученикъ. Но на нашемъ оконномъ термометрѣ дѣленія не доходятъ до 100; они прекращаются на 50. Какимъ образомъ на немъ можно было правильно нанести дѣленія?

Учитель. Сначала изготовляется съ необходимой тщательностью термометръ, съ дѣленіями отъ 0° до 100; такой термометръ, называется нормальнымъ термометромъ. Затѣмъ этотъ термометръ и другой, болѣе короткій, помѣщаются одновременно въ одномъ пространствѣ или погружаются въ большое количество воды; оба термометра принимаютъ тогда одну и ту же температуру, и на меньшемъ термометрѣ, въ точкѣ, на которой остановилась ртуть, надписываютъ то же самое число, на которомъ стоитъ ртуть большого термометра.

Ученикъ. Такъ, теперь мнѣ нечего болѣе спрашивать; впрочемъ нѣтъ: на оконномъ термометрѣ я вижу съ лѣвой стороны букву С, съ правой букву R, и дѣленія на обѣихъ сторонахъ различны.

Учитель. Это означаетъ вотъ что. Сто съ лишнимъ лѣтъ тому назадъ французъ Реомюръ устроилъ термометръ, въ которомъ, разстояніе между точками замерзанія и кипѣнія было раздѣлено не на 100, а на 80 равныхъ частей. Съ другой стороны шведъ Цельсій ввелъ дѣленіе на 100 частей. Въ Германіи распространились термометры Реомюра, Франція же пользуется термометрами Цельсія. Въ настоящее время начинаетъ все болѣе и болѣе преобладать строга-

¹⁾ Предыдущее объясненіе начинія со словъ «напр. если хотятъ приготовить» (стр. 27) до словъ «чтобы было достаточно мѣста» (стр. 28) и рис. 8а замѣнять въ русскомъ текстѣ фразу «damit an der richtigen Scite Raum übrig bleibt» нѣмецкаго текста.

дусный термометръ; въ научныхъ же работахъ другіе термометры уже болѣе не употребляются. Въ какомъ отношеніи стоятъ другъ къ другу градусы Реомюра и Цельзія?

Ученикъ. 100°C равны 80°R

Учитель. Сократи это отношеніе!

Ученикъ. 10°C . равны 8R или 5°C . равны 4°R .

Учитель. Вѣрно. Ты можешь написать это въ формѣ уравненія: если ты обозначишь через s число градусовъ Цельзія и через r число градусовъ Реомюра, то получишь, что $s:r=5:4$, слѣд.

$\frac{5}{4} r$ или $r = \frac{4}{5} s$. Первымъ равенствомъ ты пользуешься, когда

хочешь градусы Реомюра перевести въ градусы Цельзія, вторымъ въ обратномъ случаѣ — Посмотри теперь, оправдывается ли это равенство на термометрѣ? (фиг. 8).

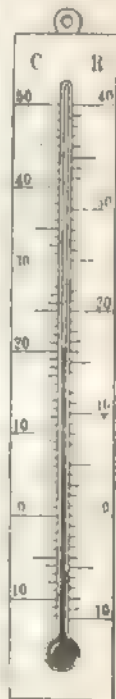
Ученикъ. Да, тамъ, гдѣ подъ s стоитъ 20, подъ R стоитъ 16°. Но я читалъ еще однажды о термометрѣ Фаренгейта, который былъ не похожъ на эти.

Учитель. Фаренгейтъ былъ нѣмецъ; онъ первый сталъ изготовлять термометры, которые можно было сравнивать одинъ съ другимъ. Онъ жилъ въ 18-мъ столѣтіи; онъ хотѣлъ начать дѣленіе на градусы своего термометра съ наиболѣе низкихъ температуръ, какихъ можно было достигнуть; поэтому онъ помѣщалъ термометръ въ смѣсь снѣга и нашатыря и точку, на которой останавливалась ртуть, онъ обозначалъ нулемъ. Разстояніе между этой точкой и точкой замерзанія воды онъ раздѣлилъ на 32 части и нашелъ, что между точкой замерзанія и точкой кипѣнія воды укладывается еще 180 такихъ частей. Въ настоящее время дѣленіе термометра по Фаренгейту производится такимъ образомъ, что на точкѣ замерзанія ставятъ число 32° , а на точкѣ кипѣнія $32+180$ или 212.

Ученикъ. Почему же не дѣлаютъ это такъ, какъ дѣлалъ Фаренгейтъ?

Учитель. Потому что смѣшивая нашатырь со снѣгомъ можно лишь съ трудомъ получить вполнѣ определенную температуру, между тѣмъ какъ точки замерзанія и кипѣнія воды отличаются большимъ постоянствомъ.

Фиг. 8



Ученикъ. Кто пользуется еще такими термометрами?

Учитель. Англичане и американцы. Но они пользуются ими только въ домашнемъ обиходѣ, преимущественно для измѣренія температуры воздуха. Въ своихъ научныхъ работахъ они пользуются стоградусными термометрами — Выведи-ка мнѣ уравненіе между градусами цельзія и фаренгейта?

Ученикъ. $F : C = 180 : 100$ или $5 F = 9 C$.

Учитель. Невѣрно.

Ученикъ. Почему?

Учитель. На точкѣ замерзанія у цельзія стоитъ нуль. Если бы предположишь, что въ гвоемъ равенствѣ C равно нулю, то и F должно равняться нулю; а между тѣмъ у фаренгейта на точкѣ замерзанія стоитъ не нуль, а 32. Что нужно сдѣлать для того, чтобы при C равномъ нулю, F равнялось 32?

Ученикъ. Я долженъ ко второй части равенства прибавить 32.

Учитель. Какое ты получишь тогда равенство?

Ученикъ. $5F = 9C + 32$.

Учитель. Пусть теперь C равно нулю; что ты получишь въ такомъ случаѣ?

Ученикъ. $5F = 32$ Нѣтъ это неправильно, слѣва должно быть одно F . Что же дѣлать? — А, знаю: я долженъ сначала написать

$F = \frac{9}{5} C$ и потомъ прибавить справа 32, т. е. $F = \frac{9}{5} C + 32$; теперь

если C равно нулю, то $F = 32$.

Учитель. Да, теперь равенство написано правильно.

Ученикъ. Правда ли, что смѣсь льда и другого вещества...

Учитель. Нашатыря.

Ученикъ. И нашатыря имѣетъ самую низкую температуру?

Учитель. Нисколько! Даже иногда зимой у насъ бываетъ холоднѣе. Вычисли-ка, сколько градусовъ Цельзія должно приходиться противъ точки нуля и фаренгейта?

Ученикъ. Нужно значитъ F положить равнымъ нулю, тогда получимъ, что $0 = \frac{9}{5} C + 32$, откуда $C = -17\frac{7}{9}$.

Учитель. Такъ, значитъ температура не доходитъ даже до 18° ниже нуля; у насъ же иногда бываетъ отъ 20° до 25° ниже нуля.

Ученикъ. Каковъ наибольший холодъ, какой только можетъ быть?

Учитель. Въ послѣднее время достигли 250° ниже нуля?

Ученикъ. Какъ ты полагаешь, удастся ли пойти еще ниже?

Учитель. Очень немного, вѣроятно— 273° С представляетъ самую низкую температуру, какая существуетъ.

Ученикъ. Почему ты такъ думаешь?

Учитель. Сегодня я не могу объяснить тебѣ, но ты скоро узнаешь это и тогда самъ будешь такъ думать.

Ученикъ. Я бы очень хотѣлъ узнать это!

7. Измѣреніе.

Учитель. Что ты вчера узналъ?

Ученикъ. Какъ дѣлають термометры.

Учитель. Такъ. Но термометръ есть родъ измѣрительнаго инструмента; поэтому намъ нужно будетъ сказать кое что объ измѣреніи. Что можно измѣрять?

Ученикъ. Всевозможныя вещи. длину, вѣсъ, поверхность, я думаю, что можно все измѣрять.

Учитель. Не все, но дѣйствительно многія вещи. Что нужно имѣть для измѣренія?

Ученикъ. Мѣру.

Учитель. Что это такое?

Ученикъ. Мѣры бываютъ разныя, смотря по тому, что нужно измѣрять.

Учитель. Приведи какойнибудь примѣръ!

Ученикъ. Напримѣръ, длину стола можно измѣрить сантиметрами.

Учитель. Вотъ здѣсь масштабъ въ сантиметрахъ; измѣрь-ка длину стола!

Ученикъ. Масштабъ имѣетъ 50 сантиметровъ; я это вижу по послѣдней цифрѣ на немъ. Я кладу масштабъ такъ, чтобы одинъ конецъ прикасался къ краю стола, и отмѣчаю мѣсто, до котораго достигаетъ другой конецъ его. Потомъ я прикладываю конецъ его къ мѣткѣ и дѣлаю новую мѣтку на томъ мѣстѣ, до котораго достигаетъ другой его конецъ, если я теперь приложу масштабъ къ новой мѣткѣ, то другой конецъ его выходитъ за край стола; самый же край совпадаетъ съ числомъ 22 масштаба. Столъ слѣдовательно имѣетъ длину $50 - 50 - 22 = 122$ сантиметра.

Учитель. Правильно. Ты значить прибавлялъ сантиметръ къ сантиметру до тѣхъ поръ, пока полученная длина не совпала съ

длиной стола. Масштабъ лишь облегчилъ тебѣ сосчитываніе отдѣльныхъ сантиметровъ.

Ученикъ. Да, это такъ.

Учитель. А какъ ты поступаешь при измѣреніи вѣса?

Ученикъ. Я кладу предметъ на одну чашку вѣсовъ, а на другую чашку столько разновѣсокъ (гирекъ), чтобы получилось равновѣсіе.

Учитель. А какъ же ты обозначаешь вѣсъ?

Ученикъ. На разновѣскахъ отмѣчено, сколько граммовъ вѣситъ каждая изъ нихъ; послѣ взвѣшиванія я всѣ числа складываю.

Учитель. Видишь, ты здѣсь поступаешь такъ же, какъ и раньше: ты прибавляешь граммъ къ грамму до тѣхъ поръ, пока ихъ вѣсъ становится равнымъ вѣсу предмета. Разновѣски лишь облегчаютъ тебѣ счетъ граммовъ.

Ученикъ. Конечно. Однако я до сихъ поръ не замѣчалъ, что оба измѣренія одно и то же.

Учитель. Ты скоро увидишь, что всякое измѣреніе сводится собственно къ тому же. Но теперь скажи мнѣ: почему ты не измѣрялъ длины граммами или вѣса сантиметрами?

Ученикъ. Да такъ нельзя!

Учитель. Почему нельзя?

Ученикъ. Сколько бы разъ я не прибавлялъ сантиметры къ сантиметрамъ, я никогда не получу изъ нихъ вѣса.

Учитель. Вѣрно, можешь ли ты выразить это въ общихъ словахъ?

Ученикъ. Длину можно измѣрять только длиной и вѣсъ вѣсомъ.

Учитель. Въ еще болѣе общей формѣ можно сказать: каждую величину можно измѣрять лишь величиной подобнаго же рода.

Ученикъ. Да, я это понимаю.

Учитель. Длину ты измѣрялъ сантиметрами: сантиметры—единственная ли мѣра длины?

Ученикъ. Нѣтъ, есть еще миллиметры, километры, дюймы, мили, аршины и мноія другія мѣры.

Учитель. Чѣмъ онѣ отличаются другъ отъ друга?

Ученикъ. Сантиметръ имѣетъ другую длину, чѣмъ дюймъ, и т. д.

Учитель. Такъ, эти опредѣленные длины—сантиметръ, дюймъ, миля и т. д.—называются единицами длины. Всякій результатъ измѣренія заключаетъ въ себѣ указаніе на ту единицу, которая слу-

жила для измѣренія, и на число единицъ, которыя содержатся въ измѣряемомъ предметѣ.

Ученикъ. Почему есть такъ много разныхъ единицъ для одинаковаго рода величинъ, напримѣръ, для длинъ?

Учитель. Это происходитъ отъ того, что выборъ единицы измѣренія произволенъ. Вначалѣ каждая группа людей, чувствовавшая въ этомъ потребность, выбирала единицу длины и пользовалась ею, нисколько не заботясь о другихъ людяхъ. Но затѣмъ различіе въ мѣрахъ стало настолько тягостнымъ, что въ 18 столѣтіи правительство Франціи рѣшило наконецъ уничтожить всѣ старыя мѣры и замѣнить ихъ новой, общей для всѣхъ, мѣрой. Такъ какъ мѣры не обходимо предохранить отъ всякихъ случайныхъ измѣненій, то было рѣшено принять самую землю за первоначальную мѣру. Длина четвертой части меридіана, т. е. длина AN (фиг. 9) была раздѣлена на 10·000·000 частей, и одна такая часть названа была метромъ и теперь служить общей мѣрой длины. Сантиметръ — это сотая часть метра, или тысячемиллионная часть четвертой части меридіана.

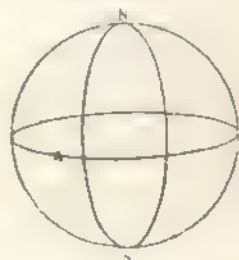
Ученикъ. Но какъ же можно раздѣлить четвертую часть меридіана, когда не удалось еще дойти до сѣвернаго полюса?

Учитель. Измѣрень лишь небольшой участокъ ея, отношение котораго ко всей четвертой части меридіана было опредѣлено при помощи угла, образуемаго двумя перпендикулярными линиями, опущенными въ концахъ этого участка. Но при этомъ обнаружилось, что такое измѣрение гораздо менѣе точно, чѣмъ сравненіе двухъ метровъ. Такъ что теперь подъ метромъ разумѣютъ длину сохраняемаго въ Парижѣ масштаба, который изготовленъ изъ наиболѣе постояннаго въ настоящее время матеріала, именно изъ сплава благородныхъ металловъ платины и иридія.

Ученикъ. А если этотъ образецъ затеряется или испортится?

Учитель. И объ этомъ позаботились. Изготовлено еще двадцать подобныхъ же масштабовъ, которые тщательно сравнены одинъ съ другимъ и которые разосланы, по одной штукѣ, въ Римъ, Берлинъ, Петербургъ и другія мѣста, такъ что, если въ одномъ или двухъ мѣстахъ образецъ даже затеряется, онъ будетъ имѣться въ другомъ мѣстѣ. По подобію этихъ образцовыхъ мѣръ изготовлены

Рис. 9.



еще мѣры изъ другихъ матеріаловъ и сравнены съ первыми; такимъ образомъ, сохранность единицы длины или метра вполне обезпечена.

Ученикъ. Но все же метръ совершенно произвольная мѣра, почему не выбрали мѣры, которая была бы вполне независима отъ человѣка?

Учитель. Потому что таковой не существуетъ.

Ученикъ. А въ геометрии существуетъ. Я училъ тамъ, что прямой уголъ есть естественная мѣра, которая выбрана произвольно. Почему же нѣтъ такой мѣры для длины?

Учитель. Укажи мнѣ какуюнибудь естественную мѣру длины!

Ученикъ. Да, я не могу указать. Но отчего же такая разница?

Учитель. Это зависитъ отъ того, что уголъ не можетъ быть безгранично великъ. Если мы будемъ одну прямую линію вращать вокругъ какой-либо точки другой прямой линіи, то уголъ между ними будетъ сначала увеличиваться; но онъ не можетъ стать больше четырехъ прямыхъ угловъ, такъ какъ такой уголъ равенъ углу O , и при дальнѣйшемъ вращеніи углы начинаютъ повторяться. Значитъ, наибольшій возможный уголъ имѣетъ конечную величину, и эта величина является естественной единицей. Съ длинами дѣло обстоитъ иначе, такъ какъ нельзя себѣ представить такой большой длины, которую нельзя было бы увеличить.

Ученикъ. Значитъ все то, что можетъ безконечно увеличиваться, не можетъ имѣть естественной единицы.

Учитель. Совершенно вѣрно; ты скоро убѣдишься въ томъ, что для всѣхъ подобныхъ величинъ приняты произвольныя единицы. Это лучшее доказательство того, что никто не знаетъ естественной единицы. — Возвратимся однако къ нашему метру. Неудобно всѣ величины одного и того же рода измѣрять одной единицей. Длина стола можетъ быть измѣрена въ сантиметрахъ; но измѣряя сантиметрами высоту горы или длину рѣки, мы получимъ слишкомъ большія числа, поэтому для измѣренія такихъ большихъ длинъ пользуются большими единицами.

Ученикъ. Да, я знаю, метръ и километръ.

Учитель. Вѣрно. Такими различными единицами уже давно пользовались, но онѣ большей частью не находились въ достаточно простомъ отношеніи другъ къ другу. Одновременно съ введеніемъ мѣры метра было рѣшено допустить лишь такія единицы одного и того же рода, которыя находятся въ отношеніи 1:10:100:1000 и т. д., г. е. выражаются какойнибудь степенью 10.

Ученикъ. Почему именно такія?

Учитель Потому что въ этомъ случаѣ переходъ отъ одной мѣры къ другой требуетъ менѣе всего труда; стоитъ лишь прибавить нули или перенести запятую дроби съ одного мѣста на другое. Такъ, мы имѣемъ:

1 километр (км.) = 1000 метровъ (м.)

1 м — 10 дециметровъ (дм.) = 100 сантиметровъ (см.) = 1000 миллиметровъ (мм.)

Ученикъ Что означаетъ собственно кило?

Учитель Кило это греческое название тысячи. Принято кратныя мѣры каждой единицы обозначать греческими названиями чиселъ (гекто-, гекто-, кило-), а дробныя части той же единицы обозначать латинскими названиями чиселъ (деци—, санти—, милли—).

Ученикъ Такъ, теперь я понимаю названия килограммъ и миллиграммъ.

Учитель Единицей массы служитъ граммъ. Граммомъ назвали массу кубическаго сантиметра воды, при 4°С. Отсюда произведены гекто—, гекто—, килограммъ; обыкновенно пользуются въ обществѣ или только послѣдней мѣрой, то есть килограммомъ, который = 2 фунг (= 2 нѣмецкимъ фунтамъ и 2,45 русскимъ фунтамъ). Изъ пробныхъ мѣръ дециграммъ и сантиграммъ рѣдко употребляются, тогда какъ миллиграммомъ (= 0,001 грамма) въ научныхъ работахъ пользуются очень часто.

Ученикъ Ты сказала, что граммъ есть единица массы, я думала, что онъ единица вѣса, такъ какъ мы отвѣшиваемъ при помощи граммовъ и килограммовъ.

Учитель. Масса и вѣсъ находятся въ слѣдующихъ отношеніяхъ. Масса — это свойство тѣлъ, которое опредѣляетъ ихъ движеніе, когда мы ихъ перемѣщаемъ; поэтому масса измѣряется той работой, которую нужно затратить, чтобы вызвать равныя скорости ¹⁾. Вѣсъ же, или сила, съ которой тѣла стремятся двигаться внизъ, точно пропорционаленъ въ каждомъ данномъ мѣстѣ массѣ, такъ что если

¹⁾ Опять, учить насъ, что затрачивая одну и ту же работу, можно вызвать одинаковую скорость у какихъ угодно тѣлъ. Напротивъ, скорость которую подучитъ, скажемъ, брошенный кусокъ жѣла при одинаковомъ усилии, тѣмъ меньше, тѣмъ больше самъ кусокъ, и если мы хотимъ бросить на высоту жѣла разной величины такъ, чтобы они полетѣли на одинаковыхъ скоростяхъ, то намъ придется затратить для этого неодинаковую работу если одинъ кусокъ будетъ вдвое больше другого, то и работа, затраченная для его бросанія будетъ вдвое больше, и мы говоримъ тогда, что масса первого вдвое больше массы второго. Ред.

два вѣса равны, то и массы также равны. Значить, массы можно измѣрять при помощи вѣса.

Ученикъ. Зачѣмъ намъ нужно знать массы? Хлѣбъ, желѣзо, золото продають и покупають вѣдь на вѣсъ.

Учитель. Конечно, на вѣсъ, но не ради ихъ вѣса. Въ наукѣ вѣсъ выводятъ изъ массы, а не наоборотъ, потому что масса неизмѣнна, вѣсъ же измѣнивчивъ.

Ученикъ. Но если я буду заботливо сохранять какой-нибудь предметъ, спрячу его такъ, чтобы онъ оставался совершенно цѣлымъ вѣдь и вѣсъ его не измѣнится!

Учитель. Я этого не думаю; если я отниму отъ какого-либо тѣла какую-нибудь часть его, то масса его уменьшится въ томъ же отношеніи, въ какомъ уменьшился его вѣсъ. Измѣнившееся тѣло имѣетъ однако на высокихъ горахъ или вблизи экватора меньшій вѣсъ, чѣмъ въ долинахъ или вблизи полюсовъ.

Ученикъ. Я вспоминаю теперь то, что училъ въ географіи; это зависитъ отъ притяженія земли. Такъ какъ земля сплюснута у полюсовъ, то тѣла ближе всего къ центру ея, когда они находятся у полюсовъ, и дальше всего отъ центра на экваторѣ.

Учитель. Вѣрно, но ты долженъ еще прибавить къ этому, что притяженіе уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ центра земли; кромѣ того, здѣсь играетъ еще роль центробѣжная сила, которая противодействуетъ тяжести и достигаетъ у экватора наибольшей величины.

Ученикъ. Значить, если я здѣсь отвѣшу одинъ килограммъ песку и затѣмъ отнесу его на высокую гору, и тамъ вторично свѣшу, то его вѣсъ окажется меньшимъ?

Учитель. Если ты свѣсишь его на обыкновенныхъ рычажныхъ вѣсахъ, то на горѣ на чашку вѣсовъ придется положить тѣ же гири, что и внизу.

Ученикъ. Но вѣдь ты сказалъ....

Учитель. Твои гири стали легче въ томъ же отношеніи въ какомъ песокъ.

Ученикъ. Какъ? Ахъ, теперь я понимаю; я объ этомъ и не подумалъ. Но какъ же вообще можно узнать, что вѣсъ сталъ меньше?

Учитель. Если измѣрять вѣсъ не гирями, а другими способами. Пружинные вѣсы, въ которыхъ вѣсъ измѣняется сгибаніемъ эластической стальной пружины, покажутъ на горѣ вѣсъ меньшій, чѣмъ въ долинѣ. Но самый точный способъ измѣренія есть маятникъ, который качается тѣмъ быстрѣе, чѣмъ сильнѣе притяженіе

Ученикъ. Какое это имѣть отношеніе къ вѣсу?

Учитель. Ты узнаешь это на урокъ физики; мы должны вернуться къ нашему главному вопросу. Я уже сказала тебѣ, что вещи покупаются по вѣсу, но не ради ихъ вѣса. Для чего покупаютъ хлѣбъ?

Ученикъ. Чтобы его ѣсть.

Учитель. А ты ѣшь его для того, чтобы стать тяжелѣе?

Ученикъ. Ха, ха, ха. Нѣтъ, я ѣмъ его потому, что онъ вкусенъ, и для того, чтобы набраться силъ.

Учитель. Последнее самое важное. И уголь покупаютъ не ради вѣса его, а для того, чтобы имъ топить, и т. д.

Ученикъ. Такъ, въ такомъ случаѣ я вообще не понимаю, къ чему служить вѣсъ.

Учитель. Что ты предпочитаешь, большой или малый кусокъ хлѣба съ масломъ?

Ученикъ. Конечно, большой.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что онъ больше; съѣвши маленькій я не буду сытъ.

Учитель. А какой больше вѣситъ?

Ученикъ. Конечно, большой кусокъ.

Учитель. Ты видишь теперь, для чего служить вѣсъ. Свойства и полезность, ради которыхъ покупаютъ разныя вещи, возрастаютъ или убываютъ вмѣстѣ съ массой или вѣсомъ. Свойства хлѣба поддерживать твою жизнь пропорционально его вѣсу; точно также, теплота, которую даетъ уголь, тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣсъ его. Но не только подобныя техническія и хозяйственныя качества вещей, а и другія очень важныя въ научномъ отношеніи свойства ихъ находятся въ зависимости отъ ихъ массы и вѣса. Вѣсы стали столь необходимымъ химическимъ инструментомъ только оттого, что эти важныя въ научномъ отношеніи свойства тѣлъ связаны съ ихъ вѣсомъ, хотя знаніе вѣса само по себѣ во многихъ случаяхъ не имѣетъ никакого значенія.

Ученикъ. Вѣсъ значитъ можно сравнить съ бумагой какойнибудь книги, которая сама по себѣ имѣетъ небольшую цѣну, но тѣлается очень цѣнной тѣмъ, что на ней напечатано.

Учитель. Это довольно удачное сравненіе, хотя и не полное. Сюда подходитъ. Возьмемъ поэтому болѣе подходящія сравненія. Ты знаешь, конечно, что жидкости покупаются и продаются какъ по объему, такъ и по вѣсу. Вино и пиво продаются исключительно по

объему, т. е. по величинѣ занимаемаго ими пространства, петролеумъ какъ по объему такъ и на вѣсъ; сѣрная кислота только на вѣсъ.

Ученикъ. Почему это?..

Учитель. Привычка и удобство играютъ здѣсь главную роль. Измѣрение при помощи объемныхъ мѣръ производится гораздо легче и быстрее, чѣмъ взвѣшивание, да и объемную мѣру гораздо легче изготовить, чѣмъ вѣсы, поэтому и предпочитаютъ объемный способъ. Но сѣрная кислота представляетъ собой опасную жидкость, которую избѣгаютъ переливать изъ сосуда въ сосудъ, поэтому ее предпочитаютъ взвѣшивать. Оба способа измѣрения одинаково хороши, такъ какъ объемъ и вѣсъ одного и того же вещества находятся между собой въ опредѣленномъ постоянномъ отношеніи. Поэтому полезность и дѣйствіе жидкостей точно также пропорциональны ихъ объемамъ, какъ и вѣсамъ. Для потребителя одинаково безразличны какъ объемъ, такъ и вѣсъ петролеума; его интересуютъ лишь количества свѣта или тепла, которыя получаютъ отъ петролеума. А эти количества измѣняются пропорціонально объему; оттого объемъ является мѣрой для количества свѣта, получаемого при горѣніи петролеума. Скажи мнѣ теперь, что ты знаешь о мѣрахъ объема?

Ученикъ. Единица объема называется литромъ.

Учитель. Это наполовину вѣрно. Собственно единица объема выведена изъ единицы длины, она представляетъ собой слѣдовательно кубъ, сторона котораго равна 1 м., т. е. кубическій метръ (1 км.). Однако такая мѣра въ большинствѣ случаевъ слишкомъ велика; поэтому остановились на мѣрѣ, которая ближе подходитъ къ общеупотребительнымъ старымъ объемнымъ мѣрамъ. Это - кубъ, сторона котораго въ десять разъ меньше метра и вмѣстимость котораго слѣдовательно равна $\frac{1}{1000}$ км.; онъ называется кубическимъ дециметромъ или короче литромъ (L).

Ученикъ. Ты конечно обмолвился, сказавъ, что кубич. дециметръ въ 1000 разъ меньше кубич. метра. вѣдь дециметръ составляетъ только $\frac{1}{10}$ метра.

Учитель. Подумай-ка!

Ученикъ. Ахъ, прости, я сказалъ глупость. Вѣдь емкость тѣла равна третьей степени ребра, а $10 \times 10 \times 10$ равно 1000.

Учитель. Вѣрно. Кромѣ литра въ наукѣ употребляется еще мѣра въ тысячу разъ меньшая. Какъ великъ этотъ кубъ?

Ученикъ. Теперь я уже не сдѣлаю прежней ошибки. Ребро въ 10 разъ меньше; 1_{10} дециметра равна 1_{100} метра, слѣдов. это сантиметръ.

Учитель. Эта мѣра объема называется кубическимъ сантиметромъ (ксмт.) Напиши мнѣ теперь таблицу, какъ ты это сдѣлалъ для мѣръ длины.

Ученикъ. $1 \text{ км.} = 1000 \text{ Л.}$, а $1 \text{ Л.} = 1000 \text{ ксмт.}$

Учитель. Вѣрно. На этомъ мы сегодня закончимъ, хотя объ измѣрени еще многое можно сказать.

8. Плотность.

Учитель. Вчера ты узналъ, какъ измѣряются объемы и вѣса; сегодня мы поговоримъ еще немного объ измѣрени. Что легче; фунтъ свинца или фунтъ перьевъ?

Ученикъ. Ты полагаешь, конечно, что я попадусь на эту старую шутку! Оба понятно, одинаково тяжелы.

Учитель. Но что легче свинецъ или перья?

Ученикъ. Гмъ, да, перья вѣдъ собственно легче.

Учитель. Значитъ, здѣсь противорѣчье. Оно объясняется тѣмъ, что слова „легкій и тяжелый“ употребляются въ двоякомъ смыслѣ. Когда говорятъ, что свинецъ легче перьевъ, то подразумеваютъ, что пригоршня свинцу имѣть больший вѣсъ, чѣмъ пригоршня перьевъ, или точнѣе выражаясь, если сравнивать равные объемы свинца и перьевъ, то свинецъ будетъ вѣсить больше. То же самое имѣютъ въ виду, когда говорятъ, что дерево легче желѣза, хотя вѣдъ можно выбрать кусокъ дерева, который будетъ либо легче, либо тяжеле даннаго куска желѣза.

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Въ наукѣ однако не принято употреблять столь неопредѣленныя выражения. Это свойство, которое у желѣза и у свинца имѣть большую величину, чѣмъ у дерева и перьевъ, называютъ плотностью, и говорятъ, что желѣзо плотнѣе дерева, и свинецъ плотнѣе перьевъ. Итакъ, чѣмъ опредѣляется плотность?

Ученикъ. Вѣсомъ и объемомъ.

Учитель. Вѣрно. И такъ какъ плотность тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣсъ даннаго объема, и тѣмъ меньше, чѣмъ больше объемъ даннаго вѣса, то она слѣдовательно прямо пропорціональна вѣсу и обратно пропорціональна объему. Значитъ, если g будетъ вѣсъ и v — объемъ, то плотность d опредѣляется формулой $d = \frac{g}{v}$.

Ученикъ. Для чего служить эта формула?

Учитель. Для измѣренія плотностей. Возьмемъ примѣръ какъ велика плотность воды?

Ученикъ. Это зависитъ отъ того, какіе мы беремъ вѣсъ и объемъ.

Учитель. Нѣтъ, отъ этого именно она не зависитъ. Мы разъ навсегда выбираемъ за единицу вѣса граммъ и за единицу объема кубическій сантиметръ. Возьмемъ теперь какое нибудь количество воды, наприимѣръ, одинъ литръ, сколько онъ вѣситъ?

Ученикъ. Литръ воды вѣситъ 1000 граммъ.

Учитель. А сколько онъ занимаетъ кубич. сантиметровъ?

Ученикъ. Литръ занимаетъ 1000 сантиметровъ

Учитель. Мы имѣемъ слѣдовательно : $g = 1000$ и $c = 1000$, чему равняется d ?

Ученикъ. $d = 1000 : 1000 = 1$; плотность равна 1

Учитель. Сдѣлай теперь такое же вычисленіе для 20 ксил. воды.

Ученикъ. $d = 20 : 20 = 1$; опять получаемъ единицу. А, вотъ какъ; такъ какъ объемъ и вѣсъ въ одинаковомъ отношеніи увеличиваются и уменьшаются, то дробь не измѣняетъ своей величины, какое бы количество воды мы не взяли.

Учитель. Теперь ты вѣрно это понялъ. Вотъ здѣсь у меня свинцовый кубикъ, какую онъ имѣетъ плотность?

Ученикъ. Я долженъ сначала опредѣлить его вѣсъ. Могу и самъ свѣсигъ его? Онъ вѣситъ 38,84 грамма. Теперь мнѣ нужно опредѣлить его объемъ. Какъ это сдѣлать?

Учитель. Такъ какъ это кубъ, то тебѣ нужно только измѣрить длину одной стороны его. Вотъ масштабъ

Ученикъ. Сторона имѣетъ длину въ 15 мм. слѣдовательно объемъ $15^3 = 3375$.

Учитель. 3375 чего?

Ученикъ. 3375 кубическихъ миллиметровъ. Ахъ, да, я долженъ былъ выразить объемъ въ кубическихъ сантиметрахъ. Теперь я не ошибусь; объемъ равенъ 3,375 сст.

Учитель. Такъ. А чему равна плотность?

Ученикъ. $38,84 : 3,375 = 11,51$.

Учитель. Итакъ, кубикъ имѣетъ плотность 11,51. Я могу теперь сказать, что свинецъ имѣетъ плотность 11,51, потому что, если я возьму другой свинцовый кубъ или вообще какой нибудь кусокъ

свинца и буду опредѣлять его плотность, то найду то же самое число. Скажи мнѣ, почему это такъ?

Ученикъ. Я думаю, что получится приблизительно одинаковое число, но сомнѣваюсь въ томъ, чтобы можно было получить точно то же самое число.

Учитель. Ты забылъ, то что я говорилъ тебѣ раньше о свойствахъ. Плотность то же есть свойство, и потому она имѣетъ одну и ту же величину для различныхъ образчиковъ одного и того же вещества. А такъ какъ обыкновенный продажный свинецъ оказывается дѣйствительно очень чистымъ веществомъ, содержащимъ мало постороннихъ примѣсей, то различные образчики его имѣютъ одни и тѣ же свойства.

Ученикъ. Но нѣдь всѣ тѣла расширяются отъ нагрѣвания, значить объемъ нагрѣтаго свинцоваго куба долженъ быть больше чѣмъ холоднаго.

Учитель. Совершенно вѣрно. А измѣняется ли вѣсъ отъ теплоты?

Ученикъ. Насколько я знаю—нѣтъ.

Учитель. Вѣсъ совершенно независимъ отъ температуры. Отсюда вытекаетъ, что плотность свинца при возрастаніи температуры должна быть меньше, такъ какъ числитель дроби остается прежній, а знаменатель возрастаетъ.

Ученикъ. Значить, плотность не есть вполне опредѣленное свойство.

Учитель. Нѣтъ, она есть опредѣленное свойство, такъ какъ при опредѣленной температурѣ она имѣетъ опредѣленную величину. То же самое можно сказать и о всякомъ другомъ веществѣ. И вода измѣняетъ свой объемъ при измѣненіи температуры; поэтому условились насчетъ 4° той температурой, при которой вѣсъ 1 кст. воды равенъ одному грамму.

Ученикъ. Почему выбрали именно эту температуру?

Учитель. Потому что при ней вода имѣетъ наибольшую плотность или занимаетъ наименьшій объемъ.

Ученикъ. Я только что думалъ о томъ, какъ нужно поступить, если тѣло не имѣетъ формы куба и если все таки хотятъ опредѣлить его плотность.

Учитель. Вопросъ вполне основательный, такъ какъ лишь немногія вещества можно имѣть въ формѣ куба. Смогри же, какъ въ такомъ случаѣ нужно поступать. Здѣсь у меня стеклянная трубочка, на которую нанесены дѣленія, обозначающія десятыя доли кубичес-

каго сантиметра. Я вливаю въ трубочку воду и замѣчаю высоту уровня ея, это будетъ 5,33 сант.

Ученикъ. Ты посчитала и сотыя доли, а на грубкѣ вѣдь отмѣчены только десятыя доли.

Учитель. Всякій, кто занимается измѣреніями, долженъ научиться такому отсчитыванію. Обыкновенно вода не доходитъ точно до одного какого-нибудь дѣленія, а стоитъ между двумя дѣленіями. Тогда я на глазъ опредѣляю десятыя доли пространства между двумя дѣленіями и получаю такимъ образомъ сотыя доли.

Ученикъ. Я бы не могъ этого сдѣлать.

Учитель. Этогу не трудно научиться, и позже ты будешь упражняться въ этомъ. Но теперь будемъ продолжать. Здѣсь я имѣю стаканъ съ дробью, которая приготовлена изъ свинца. Свѣсъ-ка стаканъ съ дробью!

Ученикъ. Онъ вѣситъ 43,58 грамма

Учитель. Теперь я всыпаю часть дроби изъ стакана въ трубку; свѣсъ стаканъ снова!

Ученикъ. Онъ вѣситъ 28,42 грамма.

Учитель. Сколько же дроби я всыпалъ въ трубку?

Ученикъ. $43,58 - 28,42 = 15,16$ граммъ.

Учитель. Теперь я измѣряю уровень воды въ трубкѣ; онъ равенъ 6,66—слѣдовательно на 1,33 к снт больше, чѣмъ сначала. Какой отсюда выводъ?

Ученикъ. Ага, теперь я понимаю. Объемъ, который заняла дробь, какъ разъ равенъ 1,33 куб. сантиметра. Значитъ вѣсъ дроби 15,16 грамма, объемъ ея 1,33 сст, значитъ плотность равна 15,40. Это почти то же самое число, которое мы вычислили раньше. Но всетаки не совсѣмъ точно тоже самое.

Учитель. Это потому, что ты не совсѣмъ точно измѣрилъ. Ты нашелъ, что ребро куба равно 15 мм.; измѣрь-ка еще разъ!

Ученикъ. Да, оно немного короче.

Учитель. Измѣрь еще другія ребра!

Ученикъ. Они не совсѣмъ равны.

Учитель. Ты видишь, что твое предыдущее измѣрение было полно неточностей, поэтому и результатъ не можетъ быть вполне точнымъ. Произвести очень точныя измѣренія вообще нелегкая вещь, такъ что мы пока удовлетворимся полученнымъ результатомъ; точное число есть 11,4.—Я оставлю тебѣ вѣсы и измѣрительные стаканы, и ты сможешь послѣ опредѣлить плотности различныхъ веществъ. Но не забывай всегда тщательно удалять пузырьки возду-

ха, иначе объемъ тѣла получится большой (большій на объемъ, занимаемый пузырьками), чѣмъ въ дѣйствительности, а плотность меньшая.

Ученикъ. Да, и я составлю таблицу плотностей для разныхъ веществъ. Что же мнѣ измѣрять?

Учитель. Лучше всего вещества изъ твоей коллекціи минераловъ. Теперь еще вопросъ, имѣютъ ли жидкости также опредѣленную плотность?

Ученикъ. Я думаю, да, вѣдь вода имѣетъ плотность единицу.

Учитель. Вѣрно. Подумай-ка, какъ можно опредѣлить плотность жидкостей?

Ученикъ. Нужно опредѣлить ихъ объемъ и вѣсъ. Стой, и зная. Нужно влить ихъ въ измѣрительный стаканчикъ и тогда можно измѣрить ихъ объемъ.

Учитель. А какъ ты опредѣлишь вѣсъ?

Ученикъ. Я могу сдѣлать такъ, какъ дѣлалъ съ дробью. Я свѣшу сначала бутылку въ которой находится жидкость, затѣмъ отолью отсюда часть жидкости въ измѣрительный стаканъ и опять свѣшу бутылку.

Учитель. Можно и такъ сдѣлать, но можно еще проще. Ты опредѣляешь разъ навсегда вѣсъ измѣрительнаго сосуда, вливаешь въ него жидкость и опять взвѣшиваешь; тогда тебѣ остается лишь вычесть вѣсъ измѣрительнаго сосуда.

Ученикъ. Тогда работы будетъ меньше.

Учитель. Ты можешь еще больше облегчить себѣ работу, если будешь измѣрять не какое-либо случайное количество жидкости, а опредѣленный объемъ ея. Конечно, съ твердыми тѣлами это неудобно, а съ жидкими можно сдѣлать очень просто, такъ какъ послѣднія могутъ вполне заполнить данный объемъ. Если ты напরি-мѣрь нальешь въ свой измѣрительный стаканъ 1 сст и опредѣлишь вѣсъ, какое ты получишь уравнение?

Ученикъ. Тогда $d = g : 1$, т. е. $d = g$ вѣсъ равенъ плотности.

Учитель. Видишь, тебѣ тогда совсѣмъ не приходится уже дѣлать. Поэтому и говорятъ иногда, что плотность равна вѣсу единицы объема. Это опредѣленіе не неправильно, но не такъ понятно, какъ обыкновенное, оттого я раньше и не упоминалъ о немъ.

Ученикъ. Я только что попробовалъ налить въ стаканъ 1 кст. воды; это очень трудно! Получается всегда слишкомъ много или слишкомъ мало.

Рис. 10

Учитель. Налей немного больше, чѣмъ нужно и удали излишекъ при помощи узкой полоски пропускной бумаги. Этотъ кусочекъ бумаги впитываетъ такія незначительныя количества воды, что тебѣ легко будетъ достигнуть желаемого уровня.

Ученикъ. Да, теперь хорошо.

Учитель. Еще удобнѣе это сдѣлать при помощи этой грубки, называемой пипеткой (фиг. 10). Это французское слово и обозначаетъ дудочку. Нижний конецъ грубки опускаютъ въ жидкость, а черезъ верхній всасываютъ до тѣхъ поръ, пока жидкость не станетъ выше намѣченной на верхней части пипетки черты. Тогда закрываютъ указательнымъ пальцемъ верхнее отверстие, приставляютъ нижній конецъ грубки къ внутренней стѣнкѣ сосуда и, слегка приоткрывая палецъ, выпускаютъ жидкость до тѣхъ поръ, пока уровень ея не понизится точно до черты.

Ученикъ. Но для взвѣшиванія я долженъ перелить жидкость въ другой сосудъ.

Учитель. Нѣтъ, ты можешь положить на вѣсы пипетку, при горизонтальномъ положеніи жидкость изъ нея не вытечетъ. Если ты разъ навсегда опредѣлишь вѣсъ пустой пипетки, то тебѣ остается лишь отнять этотъ вѣсъ отъ общаго вѣса (г е отъ вѣса пипетки, наполненной водою), и ты получаешь вѣсъ одного кубическаго сантиметра или плотность. Еще проще будетъ дѣло, если ты сдѣлаешь изъ проволоки разновѣску, имѣющую такой же точно вѣсъ, какой имѣетъ пипетка. На языкѣ торговцевъ такая разновѣска называется гарой пипетки, тогда прибавленный къ ней вѣсъ представляетъ собой плотность.

Ученикъ. Я такъ и сдѣлаю.

Учитель. Тогда ты сможешь такимъ путемъ изслѣдовать различныя жидкости, какъ-то: спиртъ и соляной растворъ. Спиртъ окажется легче, а соляной растворъ тяжеле воды.

Ученикъ. Да, тогда я смогу составить таблицу плотностей разныхъ жидкостей.

Учитель. Ты знаешь теперь, какъ поступать съ твердыми и жидкими тѣлами, а какъ же быть съ газами?

Ученикъ. Развѣ нельзя опредѣлить ихъ вѣса и объема?

Учитель. Конечно, можно; но это не такъ легко. Во-первыхъ, вѣсъ большого объема воздуха очень малъ, 1 литръ воздуха вѣситъ

только немного больше 1 гр., какъ ты уже видѣлъ прежде. Затѣмъ объемъ газа сильно измѣняется при незначительномъ измѣненіи температуры и давления. Поэтому получаютъ различныя значенія для плотности одного и того же газа, если опредѣленіе производится при различныхъ давленияхъ и температурахъ.

Ученикъ. Но вѣдь то же самое будетъ съ твердыми тѣлами и жидкостями.

Учитель. Нѣтъ, измѣненія ихъ гораздо менѣе значительны, такъ что они принимаются въ расчетъ лишь при болѣе точныхъ измѣреніяхъ.

Ученикъ. Какъ же поступаюгъ съ газами?

Учитель. Это довольно хлопотливое дѣло, какъ это дѣлается, я объясню тебѣ позже. Теперь скажу лишь, что газы измѣряютъ при одной опредѣленной температурѣ и при одномъ опредѣленномъ давлении, чѣмъ и устраняется влияние температуры и давления.

Ученикъ. Я и не думалъ, что измѣреніе такая запутанная вещь.

9. Состояніе веществъ (Formarten) ¹⁾.

Учитель. Сегодня мы не будемъ возвращаться къ тому, о чемъ мы говорили вчера, такъ какъ это было бы повтореніемъ того, что ты уже проходилъ въ другомъ мѣстѣ (въ физикѣ). Но вернемся къ тому, о чемъ мы говорили въ нашихъ прежнихъ бесѣдахъ. Ты познакомился съ двумя вполне опредѣленными свойствами воды. Какому закону подчиняются таяніе льда и кипѣніе воды?

Ученикъ. И то, и другое наступаетъ при опредѣленной температурѣ.

Учитель. Конечно. Но не только вода, а всѣ тѣла, имѣютъ это свойство.

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ всѣ?

¹⁾ Оствальдъ (здесь, какъ и въ своей книгѣ «Основы неорганической химіи», предлагаетъ новый терминъ Formart imето Aggregatzustand ибо онъ находитъ, что этотъ послѣдній терминъ имѣетъ существенный недостатокъ: онъ выражаетъ взглядъ на строеніе тѣла, взглядъ, являющійся лишь предположеніемъ, а не результатомъ опыта. Предположеніе это состоитъ изъ того, что тѣла составлены изъ очень мелкихъ частицъ, и что отъ характера этого сложения или «агрегации» зависятъ свойства твердаго, жидкаго и газообразнаго состоянія. Терминъ Formart удобнѣе всего, мнѣ кажется, передать словомъ «состояніе» безъ прибавленія «агрегатное», какъ это и сдѣлано переводникомъ книги «Основы неорганической химіи».

Учитель. Всѣ вещества, которыя представляютъ собою дѣйствительно чистыя вещества. Напротивъ, смѣси и растворы имѣютъ измѣнчивыя температуры плавленія и кипѣнія.

Ученикъ. Какъ это измѣнчивая?

Учитель. Если мы доводимъ растворъ до кипѣнія, то температура во время кипѣнія не остается постоянной, какъ при чистыхъ веществахъ, но медленно поднимается, по мѣрѣ того какъ уходитъ паръ. Равнымъ образомъ, хотя плавление какой нибудь смѣси и начинается при определенной температурѣ, но послѣдняя не остается постоянной при дальнѣйшемъ нагреваніи, а повышается по мѣрѣ того какъ все большая и большая часть смѣси обращается въ жидкость.

Ученикъ. Могу ли я увидѣть это?

Учитель. Позже; а пока мы остановимся на чистыхъ веществахъ. Ты видѣлъ, что жидкую воду можно превратить въ твердый ледъ и газообразный паръ. Знаешь ли ты, какъ называются эти различные состоянія?

Ученикъ. Да, они называются агрегатными состояніями.

Учитель. Такъ, но что означаетъ это названіе?

Ученикъ. Aggregate значить собирать, но я не знаю, причеиъ здѣсь жидкость или паръ.

Учитель. Это названіе дано было потому, что, какъ предполагаютъ, всѣ тѣла состоятъ изъ маленькихъ частицъ, которыя различнымъ образомъ располагаются другъ возлѣ друга. Эти частицы называютъ атомами. Въ зависимости отъ того, находятся ли атомы ближе или дальше другъ отъ друга, они образуютъ твердыя, жидкія или газообразныя тѣла.

Ученикъ. Можно ли видѣть эти атомы въ лупу?

Учитель. Нѣтъ, они не видимы даже въ сильнѣйшій микроскопъ. Поэтому принимаютъ, что онѣ меньше даже самыхъ мельчайшихъ, видимыхъ въ микроскопѣ, предметовъ.

Ученикъ. Но они въ самомъ дѣлѣ есть тамъ?

Учитель. За это я не могу ручаться доказательства ихъ существованія не имѣется.

Ученикъ. Какъ же можно сказать, что отъ нихъ зависитъ то, будетъ ли тѣло твердымъ или жидкимъ?

Учитель. Во многихъ случаяхъ дѣйствительныя тѣла обнаруживаютъ такія же свойства, какія обнаруживали бы собранія атомовъ если бы они существовали. Такимъ образомъ если допустить, что тѣла состоятъ изъ атомовъ, то отсюда можно вывести, что тѣла должны обладать такими свойствами, какими они дѣйствительно обладаютъ.

Ученикъ. Однако это сложно. Почему не сказать просто: гѣта имѣють такіа-то и такіа-то свойства, и конечно!

Учитель. Потому что изъ предположенія о существованіи атомовъ мы выводимъ много различныхъ заключеній, которыя согласуются съ дѣйствительностью. Такое предположеніе называется гипотезой.

Ученикъ. Я не понимаю все таки для чего намъ эта гипотеза, если нельзя доказать, что она вѣрна.

Учитель. Гипотеза служить для того, чтобы легче запоминать существующія въ дѣйствительности отношенія. Если тебѣ нужно запомнить три имени: —Альфредъ, Антонъ и Артуръ, тебѣ удастся это легче, разъ ты замѣтишь себѣ, что всѣ они начинаются буквой А. Затѣмъ гипотеза служить намъ побужденіемъ къ изслѣдованію. Мы начинаемъ соображать, напр., какими свойствами должна обладать группа атомовъ при определенныхъ обстоятельствахъ, и наблюдаемъ дѣйствительно ли гѣла обладаютъ такими свойствами.

Ученикъ. И они всегда обладаютъ такими именно свойствами?

Учитель. Нѣтъ, къ сожалѣнію, не всегда.

Ученикъ. Слѣдовательно, всякій разъ, когда мы дѣлаемъ такое заключеніе, намъ нужно прежде всего посмотрѣть, правильно ли оно.

Учитель. Конечно. Но гипотеза все таки заставляетъ насъ ставить природѣ опредѣленные вопросы и дѣлать соотвѣтствующіе опыты или наблюденія. Такимъ образомъ наши познанія возрастають, а это во всякомъ случаѣ полезно.

Ученикъ. А если то, что есть на самомъ дѣлѣ, не согласуется съ гипотезой?

Учитель. Тогда остается лишь надежда на то, что противорѣчіе когда нибудь позже разъяснится.

Ученикъ. Но вѣдь это совсѣмъ ненадежная вещь!

Учитель. Такъ; но мы пользуемся все таки гипотезой ради той пользы, которую она оказываетъ нѣ дѣлѣ изученія и изслѣдованія.

Ученикъ. Развѣ нельзя было обойтись безъ нея?

Учитель. Конечно можно было бы. Но люди такъ теперь свыклись съ многими гипотезами, между прочимъ и съ атомной гипотезой, что они испытали бы большія неудобства, если бы имъ пришлось отказаться отъ этихъ гипотезъ и разсматривать различныя явленія безъ ихъ помощи. Поэтому они и не хотятъ отказаться.

Ученикъ. Тогда объясни мнѣ, какимъ образомъ твердая, жидкая и газообразная гѣла составлены изъ атомовъ?

Учитель. Если бы я вздумалъ на этомъ вопросѣ выяснить тебѣ пользу атомной гипотезы, я былъ бы поставленъ въ большое затрудненіе, такъ какъ представленіе о строеніи тѣлъ изъ атомовъ до сихъ поръ еще очень не совершенно. Но намъ нѣтъ нужды останавливаться на немъ теперь, я упомянулъ объ атомахъ лишь для того, чтобы указать на происхожденіе названія агрегатныя состоянія. Я предпочитаю разсматривать отношенія между твердыми, жидкими и газообразными веществами непосредственно, безъ помощи гипотезы, поэтому вмѣсто того, чтобы употреблять слово агрегатныя состоянія я буду говорить просто состоянія. Теперь скажи мнѣ, каковы отличительныя признаки твердаго тѣла по отношенію къ его формѣ или внѣшнему виду ¹⁾.

Ученикъ. Ничего особеннаго я не могу объ этомъ сказать: можно твердое тѣло разбить или разрѣзать или согнуть.

Учитель. А если оно остается въ покоѣ?

Ученикъ. Тогда оно сохраняетъ свою форму.

Учитель. Вѣрно. Думалъ ли ты когда нибудь о томъ, какъ это важно?

Ученикъ. Я ничего особеннѣ важнаго въ этомъ не вижу. Иногда это даже очень неудобно; напр. когда нужно разломать слишкомъ большой кусокъ сахару.

Учитель. Подумай, что было бы, если бы камни и балки этого дома вздумали измѣнять свою форму: въ каждое мгновеніе домъ могъ бы разрушиться. Мы не могли бы также пользоваться нашей посудой: ножомъ нельзя было бы рѣзать, если бы лезвие его не сохраняло своей формы; молоко, которое ты пьешь по утрамъ, не сохранялось бы въ кувшинѣ, если бы форма послѣдняго была измѣнчива.

Ученикъ. Да, теперь я вижу, нельзя и сказать, что было бы, весь міръ распался бы.

Учитель. Теперь ты, повидимому, началъ понимать. Всѣ ли тѣла имѣютъ свойство сохранять свою форму? Вода, напр., сохраняетъ ли свою форму?

Ученикъ. Нѣтъ, вода не сохраняетъ своей формы; воду можно влить въ какой угодно сосудъ.

¹⁾ Въ виду того, что я считаю наиболее удобнымъ для русскаго читателя слово *Formart* передать словомъ состояніе, пришлось нѣсколько измѣнить и и переводъ данное мнѣго подлинника. Въ оригиналѣ сказано «я буду говорить о *Formarten*». Ученикъ что означаетъ это названіе? Учитель. Оно указываетъ на вѣдѣнныя различія между этими состояніями. Теперь скажи мнѣ. Пред

Учитель. Вода ли только обладает такимъ свойствомъ?

Ученикъ. Нѣтъ, всѣ жидкія тѣла таковы. Теперь я понялъ, какое здѣсь важное различіе. Но почему же какъ разъ твердыя тѣла сохраняютъ свою форму?

Учитель. Вопросъ неудачно поставленъ, какъ ты узнаешь, что какое либо тѣло твердо?

Ученикъ. Я его трогаю....

Учитель. И убѣждаешься, что оно сохраняетъ свою форму. Твердости и есть названіе общаго многимъ тѣламъ свойства сохранять свою форму.

Ученикъ. Но вѣдь это должно имѣть свою причину.

Учитель. Я тебя не понимаю.

Ученикъ. Почему напримѣръ, этотъ кусокъ серебра не жидкій?

Учитель. Если ты достаточно нагреешь его, онъ расплавится и также станетъ жидкимъ. Здѣсь у меня кусокъ тонкой серебряной проволоки, если я буду держать ее на огнѣ, она станетъ жидкой и на концѣ ея образуется капля. Вотъ капля падаетъ.

Ученикъ. Да, правда!

Учитель. Будетъ ли тѣло твердымъ или жидкимъ, это зависитъ только отъ его температуры ниже точки плавленія тѣло остается твердымъ, выше ея оно остается жидкимъ.

Ученикъ. Такъ бываетъ со всѣми тѣлами?

Учитель. Да.

Ученикъ. Значитъ, можно всякое жидкое тѣло охлажденіемъ превратить въ твердое, а всякое твердое нагреваніемъ въ жидкое?

Учитель. Совершенно вѣрно. Но существуютъ жидкости, чьихъ точка затвердѣванія лежитъ очень низко, и твердыя тѣла, чьихъ точка плавленія лежитъ очень высоко. Точки плавленія и затвердѣванія лежатъ во всѣхъ областяхъ температуры.

Ученикъ. Чѣмъ опредѣляются эти температуры?

Учитель. Вопросъ опять поставленъ неудачно. Можно лишь спросить, съ чѣмъ онѣ связаны? Это все равно, какъ если бы ты захотѣлъ спросить, почему существуютъ верблюды? Тогда какъ можно только спросить, какими свойствами обладаютъ эти животныя и какъ ихъ свойства относятся къ свойствамъ другихъ животныхъ? Точки плавленія суть явленія природы и обнаруживаютъ нѣкоторыя опредѣленные отношенія къ другимъ явленіямъ.

Ученикъ. Какія это отношенія?

Учитель. Если бы я издумалъ дать тебѣ отвѣтъ на этотъ вопросъ, ты бы не понялъ меня, такъ какъ для пониманія тебѣ необходимо раньше ознакомиться съ этими другими явлениями.

Ученикъ. Да, это правда. Нужно прежде узнать товольно много различныхъ свойствъ, для того чтобы открыть отношенія между ними.

Учитель. Вѣрно, значить, мы должны начать нашу работу съ того, чтобы сначала просто собирать факты, описывать ихъ, затѣмъ сравнивать ихъ другъ съ другомъ, для того чтобы можно было найти въ чемъ онѣ другъ съ другомъ согласуются. Такимъ путемъ открываются законы природы.

Ученикъ. Я совсѣмъ иначе объ этомъ думалъ. Я думалъ, что они сами собой приходятъ на умъ какому нибудь очень умному человѣку.

Учитель. Само собой вообще ничто не совершается. По думай-ка. законъ природы говоритъ намъ о томъ, какъ извѣстныя вещи относятся при опредѣленныхъ условіяхъ. Но чтобы быть въ состояніи высказать что либо подобное, необходимо раньше изучить эти вещи при этихъ условіяхъ, и кто съ ними не ознакомился, тотъ ничего не можетъ сдѣлать.

Ученикъ. Это конечно такъ, но тогда всѣ люди могли бы открывать законы?

Учитель. Могли бы, если бы они открыли въ вещахъ такія отношенія, которыя недостаточно изслѣдованы. Но это довольно трудно, потому что общія и доступныя отношенія вещей большей частью уже обследованы, а для того чтобы найти не обследованныя еще области и ихъ изслѣдовать, необходимо обладать такими точными знаніями, которыя нелегко приобретаются. Напримѣръ, ты очень легко могъ бы открыть сѣверный полюсъ, если бы ты попалъ туда; трудность не въ томъ, чтобы увидѣть сѣверный полюсъ, а въ томъ, чтобы достигнуть того мѣста, съ котораго его можно увидѣть.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ я буду прилежно учиться; быть можетъ, и мнѣ удастся послѣ что нибудь открыть.

Учитель. Учись; тогда ты можешь сдѣлать. — Вернемся однако къ нашему предмету. Ты понялъ те перь какой смыслъ имѣютъ выраженія: состояніе твердое, жидкое, газообразное.

Ученикъ. Да, твердая тѣла имѣютъ форму, жидкости же не имѣютъ ея

Учитель. Это въ извѣстной мѣрѣ правильно. Ну, а какъ же обстоитъ дѣло съ газами?

Ученикъ. Они также не имѣютъ формы.

Учитель. Чѣмъ же они отличаются отъ жидкостей?

Ученикъ. Они гораздо легче и менѣе плотны.

Учитель. Хотя это и вѣрно, однако не въ этомъ суть. Если я вливаю немного жидкости въ пустой сосудъ, то жидкость опускается на дно и, сообразно количеству ея, заполняетъ большую или меньшую часть сосуда; если же я вножу въ пустой сосудъ не много газа, что тогда происходитъ?

Ученикъ. Я этого не знаю; вѣд. газа нельзя видѣть.

Учитель. Онъ заполняетъ весь сосудъ, все равно много или мало его взято.

Ученикъ. Это удивительно; какъ можно въ этомъ убѣдиться?

Учитель. Въ какой либо данный сосудъ можно влить лишь определенное количество какой нибудь жидкости, и именно столько, сколько позволитъ внутренній объемъ сосуда. Если жидкости влиго меньше....

Ученикъ. То часть сосуда останется пустой.

Учитель. Правильно; если пожелаютъ влить больше, то это не удастся, такъ какъ жидкости не сжимаются (правильнѣе сжимаются чрезвычайно мало). Съ газами же дѣло обстоитъ иначе, въ данный объемъ можно ввести очень большія количества газа и кромѣ того всегда возможно эти количества немного увеличить.

Ученикъ. Это можно сдѣлать безъ затрудненія?

Учитель. Нѣтъ, для этого необходимо все большее и большее давление. Мы скоро познакомимся поближе съ этимъ предметомъ. Пока для насъ важно замѣтить различіе между жидкими и газообразными тѣлами, жидкости не имѣютъ определенныхъ формъ, но онѣ занимаютъ определенные пространства или определенные объемы, которые остаются неизмѣнными, какую бы форму мы имъ ни придавали. Такъ, лигрь петroleума остается лигрьемъ, не уменьшается и не увеличивается, въ какомъ бы сосудѣ онъ ни содержался.

Ученикъ. А газы?

Учитель. Газы не имѣютъ определенной формы и не занимаютъ определенного объема, они распространяются во всякомъ доступномъ имъ пространствѣ до тѣхъ поръ, пока совершенно не заполняютъ его. Жидкости принимаютъ форму сосудовъ въ той мѣрѣ, въ какой онѣ заполняютъ эти сосуды, другими словами, они принимаютъ форму лишь той части сосуда, которую наполняютъ. Газы же вполне принимаютъ форму сосудовъ, такъ какъ они цѣликомъ ихъ заполняютъ.

пивоположныхъ направленныхъ и при этомъ подчиняются тѣмъ же самымъ законамъ что и переходъ изъ одного состоянія въ другое.

Обратимся однако къ такимъ явленіямъ, которыя уже съ давнихъ поръ называются химическими. Наблюдать ли ты когда нибудь горѣніе свѣчи? Да? Опиши же мнѣ, что ты при этомъ замѣчаешь?

Ученикъ. Когда мы зажигаемъ свѣчу, то она горитъ, пока не сгоритъ вся, и во все время горѣнія она имѣетъ горячее и свѣтлое пламя.

Учитель. Вѣрно. Что нужно для горѣнія?

Ученикъ. Свѣча!

Учитель. Больше ничего?

Ученикъ. Не знаю.

Учитель. Когда мы опускаемъ зажженную свѣчу въ воду

Ученикъ. Она тухнетъ.

Учитель. Почему? Что измѣнилось теперь?

Ученикъ. Она не имѣетъ больше воздуха

Учитель. Такъ, значитъ для горѣнія нужны свѣча и воздухъ?

Я хочу теперь показать тебѣ, что свѣча можетъ горѣть и подъ водой, если только она погружена въ нее вмѣстѣ съ воздухомъ. Я опускаю деревянную дощечку въ этотъ большой сосудъ съ водой, ставлю на дощечку горящую свѣчу, накрываю ее опрокинутымъ стаканомъ и все это погружаю въ воду. Свѣча продолжаетъ горѣть (фиг. 11).

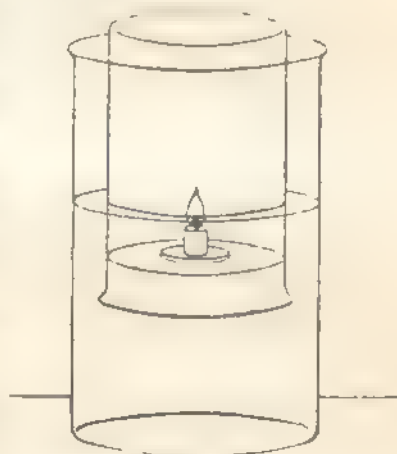
Ученикъ. О, это ловко. Пожалуйста, еще немного поддержи такъ стаканъ. А, вотъ пламя погасло. Навѣрно, на свѣтильню попало немного воды.

Учитель. Повторимъ опытъ и постараемся держать стаканъ спокойно.

Ученикъ. Пламя опять погасаетъ, черезъ нѣкоторое время

Учитель. Измѣнимъ теперь опытъ. Я ставлю свѣчу не на воду, а просто на столъ, на гладкую стеклянную пластинку и плотно накрываю ее стаканомъ.

Fig. 11



Ученикъ. Пламя опять тухнетъ.

Учитель. Что же ты можешь вывести изъ этихъ опытовъ?

Ученикъ. Что въ стаканѣ свѣча не можетъ долго горѣть.

Учитель. Это не совсѣмъ правильно. Я ставлю стаканъ прямо (не вверхъ дномъ) и опускаю въ него свѣчу. Ты видишь, хотя свѣча горитъ перовно, однако она не тухнетъ.

Ученикъ. Закрой чѣмъ нибудь стаканъ! Можно ли это сдѣлать? Смотри, пламя потухло.

Учитель. Что говорить намъ этого опыта?

Ученикъ. Въ закрытомъ стаканѣ свѣча горитъ недолго.

Учитель. Необходимо долженъ быть стаканъ?

Ученикъ. Я не думаю.

Учитель. Можно обойтись и безъ стакана. Свѣча, какъ ты знаешь, тухнетъ также въ тасильникѣ, а онъ дѣлается изъ металла. Но почему свѣча горитъ въ фонарѣ?

Ученикъ. Потому что фонарь имѣетъ отверстія.

Учитель. Что же изъ этого?

Ученикъ. Черезъ эти отверстія притекаетъ свѣжій воздухъ, а потребленный выходитъ черезъ вытяжное отверстие.

Учитель. Вѣрно. Попробуй же сказать въ нѣсколькихъ словахъ все то, о чемъ мы говорили до сихъ поръ.

Ученикъ. Для горѣнія свѣчи нуженъ воздухъ. Въ закрытомъ пространствѣ свѣча можетъ горѣть короткое время. Если воздухъ въ этомъ пространствѣ мѣняется, свѣча можетъ горѣть долго.

Учитель. Хорошо. Но вотъ эта комната тоже въѣтъ закрытое пространство, однако свѣча въ ней цѣлкомъ сгораетъ.

Ученикъ. Да, потому что это пространство велико.

Учитель. Опять ты незамѣтно для себя дѣлаешь одно предположение. Ты значитъ полагаешь, что въ закрытомъ пространствѣ свѣча горитъ тѣмъ дольше, чѣмъ пространство больше?

Ученикъ. Конечно.

Учитель. Это такъ. Но изъ этого вытекаютъ дальнѣйшіе важные выводы. Знаешь ли ты причину, почему дѣло происходитъ именно такъ, а не иначе?

Ученикъ. Нѣтъ.

Учитель. Постараемся найти ее путемъ сравненія. Короткая свѣча горитъ короткое время, а длинная свѣча горитъ долго. Почему это?

Ученикъ. Потому что при горѣніи свѣча уничтожается. А воздухъ при этомъ тоже уничтожается.

Учитель Посмотри-ка Я прикрѣпляю зажженную свѣчу къ проволоку и опускаю ее въ бутылку (фиг. 12) После того, какъ свѣча погасла, я осторожно вынимаю ее и снова зажигаю Когда я опять вношу ее въ бутылку...

Ученикъ Она сейчасъ же тухнетъ!

Учитель Изъ этого вытекаетъ, что въ бутылкѣ нѣтъ больше воздуха

Ученикъ Какъ это? Тамъ есть еще

Учитель, Это уже не воздухъ. Воздухъ имѣетъ то свойство, что свѣча можетъ въ немъ горѣть. То же, что находится теперь въ бутылкѣ, не имѣетъ этого свойства.

Ученикъ Но оно выглядитъ совсѣмъ такъ, какъ воздухъ.

Учитель Да конечно, ибо то, что находится теперь въ бутылкѣ, есть бесцвѣтный газъ, какъ и воздухъ, но все же это не то, что мы называемъ воздухомъ. Съ воздухомъ, который былъ въ бутылкѣ произошло химическое измѣненіе и онъ приобрѣлъ другія свойства.

Ученикъ Другія свойства? Да свѣча уже не горитъ въ немъ. Но больше никакихъ другихъ свойствъ я не вижу.

Учитель Это зависитъ оттого, что почти всѣ газы очень похожи другъ на друга. Различія въ ихъ свойствахъ обнаруживаются только при болѣе точномъ изслѣдованіи.— Въ этой большой бутылкѣ я взболтала съ водой немного обыкновенной извести и дала отстояться. Значительная часть извести осѣла на дно, а небольшая часть ея растворилась въ водѣ. Вода тоже повидимому не измѣнила своихъ свойствъ, она имѣетъ тотъ же вѣдший видъ. Однако она измѣнилась. Попробуй-ка!

Ученикъ Фу; какъ мыло! Это не ядовито?

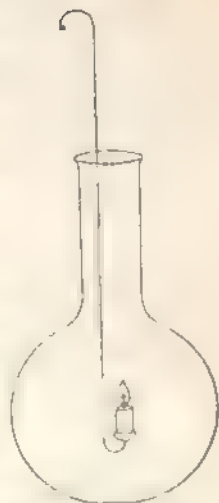
Учитель Нѣтъ Я сливаю известковой воды въ бутылку которая содержитъ обыкновенный воздухъ, и взбалтываю. Что ты видишь?

Ученикъ. Ничего особеннаго.

Учитель Известковая вода осталась безъ измѣненія. Теперь я процѣлаю тоже самое съ бутылкой, въ которой горѣла свѣча.

Ученикъ. Вода стала совсѣмъ какъ молоко!

Рис. 12.



Учитель Ты видишь значитъ, что газъ въ бутылкѣ, гдѣ горѣла свѣча, имѣеть такое свойство, котораго обыкновенный воздухъ не имѣеть. Следовательно, воздухъ дѣйствительно подвергся химическому измѣненію.

Ученикъ. Значитъ съ помощью известковой воды можно узнать то, чего нельзя видѣть глазами!

Учитель. Верно, если бы мы непосредственно могли увидѣть то новое, что образовалось изъ воздухъ, мы не только были бы прибиты къ известковой водѣ. Такое вещество, которое даетъ возможность распознать то либо существующее, или, иначе говоря, позволяетъ узнать присутствие известныхъ веществъ называется реактивомъ, а явление которое оно вызываетъ называется реакціей. Известковая вода реактивъ, а молочное помутнѣніе въ ней реакція.

Ученикъ. Реакція значитъ противодѣйствіе.

Учитель. Дѣйствительно, измѣненный воздухъ и известковая вода взаимно дѣйствуютъ другъ на друга и вълѣдствіе этого образуется бѣлое вещество, которое дѣлаетъ воду мутной. Попробуемъ теперь проникнуть въ это дѣло поглубже. Что дѣлается со свѣчей при горѣніи?

Ученикъ. Она исчезаетъ.

Учитель. Ты думаешь, что она совершенно исчезаетъ?

Ученикъ. Да, вѣдь отъ нея ничего не остается.

Учитель. Но когда пропадаетъ твоя книга или яблоко, ты вѣдь спрашиваешь, куда онѣ дѣлись. То же самое ты спрашиваешь и относительно всѣхъ другихъ вещей.

Ученикъ. Да, но они не могутъ исчезнуть!

Учитель. А свѣча?

Ученикъ. Имъ! но куда же она дѣлась? Вѣдь она дѣйствительно исчезаетъ на моихъ глазахъ.

Учитель. Да, она становится невидимой. Не можетъ ли она превратиться во что нибудь невидимое?

Ученикъ. Невидимаго не существуетъ.

Учитель. Ого!

Ученикъ. Да, никакихъ духовъ и привидѣній нѣтъ.

Учитель. Ну а воздухъ ты можешь видѣть?

Ученикъ. Нѣтъ. Но воздухъ при горѣніи въ самомъ дѣлѣ вѣдь измѣняется. Я не могу тутъ выпутаться.

Учитель. Однако это просто. Свѣча и воздухъ измѣняются при горѣніи, причемъ образуются газообразныя вещества, которыя, поэтому, не могутъ быть видимы.

Ученикъ. Газообразныя вещества, которые отличаются отъ воздуха?

Учитель. Да, здесь, я вижу, ты затрудняешься. Ты знаешь, однако, что многия жидкости по вѣшнему виду на воду, и однако онѣ не вода. Точно также существуютъ многи газы, которые походятъ на воздухъ, но они не воздухъ, а что-то совсѣмъ другое. Это обстоятельство было въ прежнія времена большимъ затрудненіемъ для химиковъ, пока они не научились отличать различныя газы другъ отъ друга по такимъ признакамъ, какъ напр. отношеніе къ известковой водѣ. Продолжаемъ теперь еще нѣкоторые опыты. Я опять зажигаю свѣчу и держу надъ ней большой пустой стаканъ (фиг. 13). Что ты видишь?

Ученикъ. Стаканъ гускиѣтъ, какъ если бы кто нибудь подулъ на него.

Учитель. А отчего стаканъ гускиѣтъ, когда дуешь на него?

Ученикъ. Это я знаю: это капельки воды, которые садятся на холодное стекло, когда мы на него дышемъ.

Учитель. Такъ. Въ этомъ стаканѣ также осѣли водяныя капельки.

Ученикъ. Какъ они сюда попали?

Учитель. При горѣнии свѣча часть превращается въ воду.

Ученикъ. Это удивительно; я бы никогда этого не подумалъ! Но не вода же дѣлаетъ известковую воду мутной?

Учитель. Нѣтъ, вода этого не дѣлаетъ. Когда свѣча сгораетъ, образуются два новыхъ вещества. Одно изъ нихъ вода, а другое это — то вещество, которое производитъ муть въ известковой водѣ.

Ученикъ. Какъ оно называется?

Учитель. Двуокись углерода.

Ученикъ. Смѣшное названіе, что оно означаетъ?

Учитель. Ты узнаешь это позже.

Ученикъ. Ну, теперь все дѣло стало еще больше запутаннымъ!



Учитель. Ты правъ, изслѣдуемъ сначала болѣе простой случай, если ты поймешь его, ты поймешь и другие случаи будемъ сжигать желѣзо.

Ученикъ. А развѣ это можно?

Учитель. Очень легко. Ты знаешь, что такое желѣзные опилки?

Ученикъ. Да, это очень маленькія сгужки желѣза, которыя образуются при работѣ напильникомъ.

Учитель. Я бросаю немного такихъ опилокъ въ пламя.

Ученикъ. Какъ красиво! Настояція звѣздочки!

Учитель. Это горящее желѣзо.

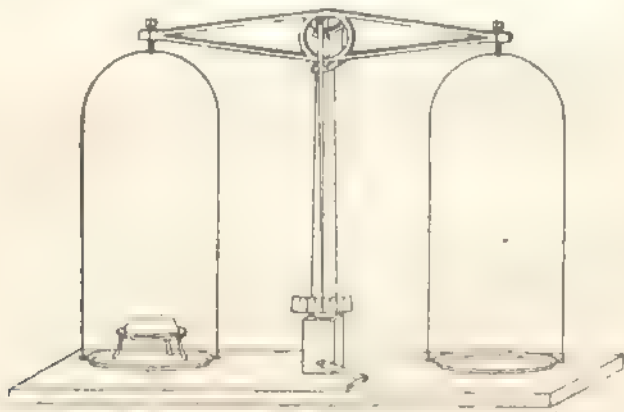
Ученикъ. Почему же не горитъ желѣзная проволока, когда держу ее въ пламени?

Учитель. Она недостаточно нагревается, такъ какъ тепло распространяется по всей проволокѣ. Маленькія же частицы желѣза напротивъ нагреваются быстро, и не теряютъ теплоты.

Ученикъ. Значитъ и большіе куски желѣза должны горѣть, если ихъ достаточно сильно нагрѣть.

Учитель. Конечно, позже мы сами будемъ сжигать желѣзную проволоку. Когда кузнецъ раскаляетъ желѣзо, оно также горитъ. Горѣвшее желѣзо отскакиваетъ при ударахъ молотомъ; оно называется окалиной.

Рис. 14.



Ученикъ. Но при этомъ не видно никакого пламени.

Учитель. Горѣние бываетъ и безъ пламени. И звѣздочки, которыя образовались при горѣнии опилокъ, тоже не были пламе-

немь Мы продымаемь сейчась следующий опытъ Вотъ затѣмъ у меня терный порошокъ, это то же желѣзо, но только еще мелче раздробленное *бѣмъ обжаренные желѣзные опилки Я ставлю на вѣсы *ебольшой проволоочный треножникъ, катю на него проволоочную сытку, насыпаю на нее желѣзный порошокъ (фиг. 14) и уравниваю *пиною Затѣмъ я накрываю пламенемь одинъ какой нибудь край насыпаннаго въ кучу порошка, онъ начинаетъ горѣть

Ученикъ. Я вижу только что онъ тлѣетъ

Учитель. Такъ горитъ желѣзный порошокъ Да и деревянный уголь только накаливается и тлѣетъ, когда горитъ

Ученикъ. Это вѣрно Но затѣмъ ты поставилъ все это на вѣсы?

Учитель. Ты сейчасъ увидишь затѣмъ. Какъ ты думаешь, при горѣнии желѣзо становится легче или тяжеле?

Ученикъ. Я думаю, что легче Чашка вѣсовъ съ желѣзнымъ порошокомъ должна подняться.

Учитель. Смогри!

Ученикъ. Она опускается! Можетъ быть это отъ сквозно о вѣтра Нѣтъ она становится все тяжеле Ну это странно

Учитель. Почему?

Ученикъ. Выходитъ, что при горѣнии вещи дѣлаются иногда легче, иногда тяжеле.

Учитель. То, что образуется при сгорѣнии свѣчи, улетучивается, а то, что образуется при сгорѣнии желѣза, остается на вѣсахъ. А разъ оно остается, то вѣсъ всегда будетъ увеличиваться.

Ученикъ. То же самое будетъ и со свѣчей? Я бы хотѣлъ это видѣть

Учитель. Для этого нужно только удержать то, что образуется при горѣнии свѣчи, т. е. воду и двуокись углерода

Ученикъ. Это должно быть довольно трудно.

Учитель. Не очень. Есть одно вещество, которое называется бѣкимъ натромъ и которое имѣетъ свойство поглощать самые незначительные сады воды и двуокиси углерода. Кусками бѣкаго натра я наполняю верхнюю часть стекла отъ лампы и помещаю его надъ горящей свѣчей (фиг. 15),

Фиг. 14.



все это вмѣстѣ ставлю на чашку вѣсовъ и уравниваю. Намъ не приходится долго ждать.

Ученикъ. Да, чашка вѣсовъ со свѣчей начинаетъ опускаться.

Учитель. И опускается тѣмъ ниже, чѣмъ больше сгораетъ свѣча?

Ученикъ. Тоже самое происходитъ со всеми горючими веществами?

Учитель. Да, ты можешь вмѣсто свѣчи сжигать подъ стекломъ съ тѣкими патронъ масло, керосинъ, сѣру или что тебѣ угодно. И всегда ты заметишь уменьшение вѣса.

11. Кислородъ.

Учитель. Что ты узналъ въ послѣдній разъ?

Ученикъ. Что при горѣнии всѣ тѣла становятся тяжеле.

Учитель. Это не совсѣмъ точно. Вспомни о свѣчѣ!

Ученикъ. При горѣнии всѣ тѣла становятся тяжеле, если прибавимъ къ нимъ то, что образуется при этомъ.

Учитель. Вспомни опять о свѣчѣ! Что будетъ, когда она вся сгоритъ?

Ученикъ. А, да! То, что образуется при горѣнии тѣла, тяжеле, чѣмъ сама тѣла.

Учитель. Вѣрно.

Ученикъ. А можно сжечь желѣзо такимъ образомъ, чтобы ничего отъ него не осталось?

Учитель. Чтобы не осталось совершенно желѣза невозможно. Взяли, что стало съ желѣзнымъ порошкомъ, который мы сожгли вчера.

Ученикъ. То, что получилось, почти совсѣмъ похоже на желѣзный порошокъ. Только онъ спекся.

Учитель. Возьми немного этой спекшейся массы и разотри въ ступкѣ!

Ученикъ. Получается черный порошокъ.

Учитель. Теперь вычисти ступку и разотри въ немъ немного желѣзнаго порошку.

Ученикъ. Блеститъ, — какъ желѣзо.

Учитель. Видишь теперь разницу. Сгорѣвшее желѣзо уже болѣе не желѣзо, но вещество съ другими свойствами, желѣзо исчезло точно также, какъ исчезла горѣвшая свѣча.

Ученикъ А воздухъ, который способствовалъ горѣнью?

Учитель. Съ нимъ произошло тоже самое, что съ желѣзомъ. Какъ твердое тѣло—желѣзо—перешло въ твердое тѣло—окалину, такъ исчезающая при горѣнии свѣчи часть воздуха перешла въ другой газъ.

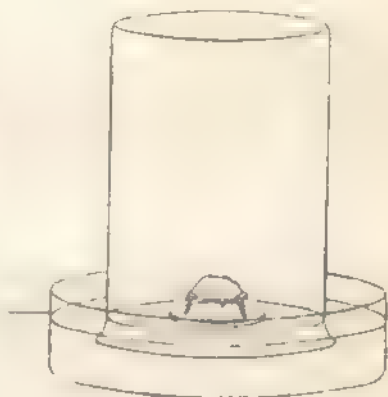
Ученикъ А при горѣнии желѣза образовался также другой газъ?

Учитель. Нѣтъ.

Рис. 16.

Ученикъ. Значить, когда желѣзо сгораетъ, долженъ исчезнуть воздухъ?

Учитель. Продолжаемъ опытъ. Я помѣщаю мой треножникъ съ желѣзнымъ порошкомъ на плавающую дощечку, зажигаю порошокъ и покрываю все это большимъ стаканомъ; для того чтобы послѣднй не опрокинулся, я кладу на него небольшую тяжесть (фиг. 16). Опытъ происходитъ медленно и намъ приходится ждать до тѣхъ поръ, пока тлѣющее желѣзо потухнетъ и станетъ холоднымъ. Что же ты видишь теперь?



Ученикъ. Воздухъ, кажется, въ самомъ дѣлѣ исчезъ, но не весь, а только часть, —меньше четверти.

Учитель. Если измѣрить точнѣе, то окажется что около пятой части.

Ученикъ. Можетъ быть, ты взялъ слишкомъ мало желѣза?

Учитель. Нѣтъ, если бы я также взялъ больше, исчезло бы не больше воздуха, чѣмъ теперь.

Ученикъ. Однако это что то совсѣмъ другое чѣмъ то, что было со свѣчей и съ желѣзомъ, ихъ можно было сжечь цѣлкомъ.

Учитель. Можно ли сжечь совершенно дерево?

Ученикъ. Остается зола.

Учитель. То же самое происходитъ и съ воздухомъ. Дерево есть смѣсь горючихъ и негорючихъ веществъ, когда первая сгораетъ, остаются послѣдняя. Воздухъ есть смѣсь двухъ газовъ; одинъ принимаетъ участіе въ горѣнии и называется кислородомъ, другой

при этомъ остается неизмѣннымъ и называется азотомъ. Кислородъ составляетъ, по объему, приблизительно пятую часть воздуха.

Ученикъ. Значитъ, если бы у насъ былъ чистый кислородъ, онъ совершенно исчезъ бы при горѣнии?

Учитель. Конечно, если бы при этомъ не образовался другой газъ. Мы съ тобой приготовимъ чистый кислородъ.

Ученикъ. Это можно?

Учитель. Да, способъ приготовления будетъ найденъ, болѣе ста лѣтъ тому назадъ. Эта бѣлая соль называется бертолетовой солью или, на языкѣ аптечной латыни, калии chloricum. Если я нагрѣю ее, то получу кислородъ въ значительномъ количествѣ.

Ученикъ. Какой это темный порошокъ ты примѣшала къ соли?

Учитель. Это прокаленная ржавчина. Если немного ее прибавить къ этой соли, то выдѣленіе кислорода происходитъ легче и правильнѣе. Мою смѣсь я всыпаю въ небольшую круглую бутылку, называемую колбой. Теперь нужно притѣлать трубку для отвода газа. Для этого я беру пробку, которая плотно входитъ въ горло колбы и отрезаю кусокъ стеклянной трубки.

Ученикъ. Какимъ образомъ можно рѣзать стекло?

Учитель. Собственно говоря, его не рѣжутъ, а ломаютъ. Но для того чтобы разломъ произошелъ правильно и въ опредѣленномъ мѣстѣ, нужно на этомъ мѣстѣ сдѣлать надрѣзъ.

Ученикъ. Что это у тебя за инструментъ?

Учитель. Старый треугольный напильникъ, зубы котораго остры такъ, что получились три рѣжущихъ ребра. Если я одной изъ нихъ острой гранью проведу нажимая поперекъ стекла черту, то стекло въ этомъ мѣстѣ треснетъ. Если я теперь возьму трубку руками по обѣимъ сторонамъ надрѣза и буду тянуть въ разныя стороны въ тоже время стараясь согнуть трубку такъ, чтобы надрѣзъ

Рис. 17.



оставался на вѣншей сторонѣ сгиба (фиг. 17), то она лопнетъ какъ

азъ въ мѣстѣ надрѣза и допнеть такъ, что края разлома будутъ ровными.

Ученикъ. Это легко! Я тоже могу такъ сдѣлать!

Учитель. Я дамъ тебѣ потомъ кусокъ стеклянной трубки и ты поупражняешься въ этомъ. Теперь я буду сгибать отрѣзанный кусокъ трубки.

Ученикъ. Нельзя, она сломается.

Учитель. При нагреваннн стекло становится мягче и можетъ быть согнуто. Я вношу въ пламя ту часть трубки, гдѣ ее нужно согнуть, и постоянно вращаю трубку, чтобы она со всѣхъ сторонъ равномерно нагревалась, иначе она допнеть. По прошествии нѣкотораго времени стекло размягчается настолько, что сгибается въ силу собственнаго вѣса, я направляю сгибающуюся часть такъ, чтобы получилась желательная мѣ форма, и затѣмъ оставляю трубку въ покой, пока она не охладится и не станетъ твердой.

Ученикъ. Это кажется совсѣмъ нетруднымъ, могу ли я это сдѣлать?

Учитель. Это нетрудно, тѣмъ не менѣе это требуетъ упражненія. Главное условіе заключается въ томъ, чтобы не подвергать нагреванню только одну какую нибудь точку и чтобы употреблять при сгибаннн лишь небольшое усиліе, въ противномъ случаѣ нѣтъ будеть неправильный. Теперь я дѣлаю на другомъ концѣ трубки маленький изгибъ и наконецъ нагреваю каждый конецъ, вращая его на огонь, такъ, чтобы острые края округлились и не могли порѣзать или оцарапать. Это всегда слѣдуетъ дѣлать.

Ученикъ. Почему края округляются?

Учитель. Размягченное стекло похоже на жидкость. А поверхность жидкостей какъ ты вѣдъ знаешь, всегда закругляется въ всѣхъ мѣстахъ, гдѣ должны образоваться углы или вершины.

Ученикъ. Почему это происходитъ съ жидкостями?

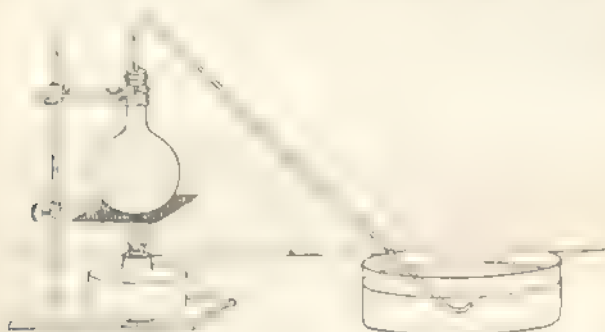
Учитель. Это происходитъ влѣдствіе поверхностнаго натяженія. Влѣдствіе такого натяженія, поверхность стремится стать возможно меньше; такъ какъ шаръ есть та форма, которая при данномъ объемѣ имѣетъ наименьшую поверхность, то всѣ жидкости стремятся принять шарообразную форму.

Ученикъ. Но вѣдъ жидкости имѣютъ форму тѣхъ сосудовъ, въ которыхъ онѣ находятся!

Учитель. Вѣрно. Это объясняется тяжестью, подъ влияніемъ которой жидкости стремятся опуститься возможно ниже. Обѣ причины дѣйствуютъ одновременно на жидкости, но тяжесть оказыва-

ется большей частью гораздо сильнее, и форма жидкости прежде всего зависит отъ нея. Теперь намъ нужно еще сдѣлать отверстие въ пробкѣ. Для этого я, сначала при помощи стальной лопы, просверливаю дыру, а затѣмъ увеличиваю отверстие пропиливая круглымъ напильникомъ до тѣхъ поръ, пока оно становится достаточно большимъ, для того, чтобы трубка съ нѣкоторымъ усиленіемъ проходила сквозь него. Теперь всѣ части прилажены и я укрѣпляю аппаратъ, причемъ стальную колбу на сѣтку, а подъ сѣткою помѣщаю лампу (фиг. 18).

Рис. 18.



Ученикъ. Зачѣмъ ты конецъ трубки опускаешь въ чашку съ водою?

Учитель. Для того чтобы собрать газъ. Если я опущу трубку въ пустую, т. е. наполненную воздухомъ бутылку и впущу туда газъ, то онъ во первыхъ смѣшается съ воздухомъ, а во вторыхъ, я не смогу замѣтить момента, когда бутылка наполнится. Поэтому я наполняю бутылку водою и опрокидываю ее такъ, чтобы отверстие ея приходилось надъ концомъ трубки, тогда выдѣляющійся газъ, вытѣсняетъ воду; такъ какъ онъ не смѣшивается съ послѣдней, то я получаю его въ чистомъ состояніи.

Ученикъ. Вотъ уже отдѣляются пузырьки газа, держи же надъ ними бутылку!

Учитель. Покажите это только воздухъ, который находится въ аппаратѣ.

Ученикъ. Какъ же ты можешь узнать, когда начнетъ выдѣляться новый газъ?

Учитель. Я вынимаю изъ воды трубку и подношу къ ея отверстию тѣющую лучинку. Что ты видишь?

Ученикъ. Она также тлѣетъ, какъ и раньше

Учитель. Следовательно, это еще воздухъ. А теперь?

Ученикъ. О, теперь она сама собой загорѣлась!

Учитель. Не сама собой, — она

загорѣлась, благодаря кислороду, который выдѣляется. Теперь я опять погружаю трубку въ воду и ставлю надъ грубой мою бутылку. Но чтобы не держать ее все время руками я ставлю ее на свинцовую подставку (фиг. 19), такъ, чтобы торлышко ея приходилось ватъ концомъ, грубки, тогда пузырьки газа будутъ выходить въ бутылку и вытѣснять воду. Между тѣмъ я наполняю водой еще нѣсколько бутылокъ для того, чтобы потомъ наполнить ихъ кислородомъ.

Ученикъ. Пожалуйста, покажи мнѣ еще разъ опытъ съ тлѣющей свѣчой!

Учитель. Т е реакцию на кислородъ. Когда мы внесемъ тлѣющую свѣчу въ кислородъ, она воспламенится. Я могу много разъ повторить этотъ опытъ съ кислородомъ, находящимся въ бутылкѣ. Но все же въ концѣ концовъ, кислородъ будетъ потребленъ весь и тогда опытъ больше не удастся.

Ученикъ. Отчего это зависитъ?

Учитель. Я покажу тебѣ прежде нѣсколько опытовъ такого же рода. Я прикрѣпляю къ проводокъ кусокъ деревяннаго стѣла, накрѣпаю его изъ пламени свѣчѣ онъ не падаетъ тѣмъ и опускаю его въ кислородъ. Онъ быстро раскисается и свѣтится гораздо сильнее, чѣмъ въ воздухѣ. Кусокъ стѣла помѣщенный въ желѣзную ложечку и горящий на воздухѣ, едва поддерживаемъ пламенемъ, даетъ въ кислородѣ свѣе яркое пламя. Кусокъ фосфора, горящий на воздухѣ желто-бѣлымъ пламенемъ, въ кислородѣ испускаетъ яркий свѣтъ подобный солнцу. Тонкая желѣзная проволока, свернутая въ спираль въ концѣ которой прикрѣпленъ небольшой кусокъ тлѣющаго груза затрещитъ и стораеъ разбрасывая искры, а образующаяся окалина, расклевывая до-бѣ а падаетъ въ воду, находящуюся на днѣ бутылки (фиг. 20).

Ученикъ. О, это чудесный фейерверкъ!

Рис 19.



Рис. 20



Учитель Ты лучше обрати вниманіе на то, что означаетъ этотъ фейерверкъ? Что ты можешь вообще сказать объ этихъ опытахъ?

Ученикъ Что въ кислородѣ всѣ вещества горятъ гораздо сильнѣе, чѣмъ въ воздухѣ.

Учитель. Вѣрно. Но, вѣдь, и въ воздухѣ они горятъ благодаря имѣющемуся въ немъ кислороду, почему же такая разница?

Ученикъ Въ чистомъ кислородѣ они даютъ больше жара.

Учитель. Этотъ отвѣтъ будетъ правильнымъ или ложнымъ, смотря по тому, что понимать подъ словомъ „жаръ“. Если ты хочешь сказать, что количество тепла, которое выдѣляется при горѣніи 1 гр угля или желѣза въ кислородѣ больше, чѣмъ при горѣніи

ихъ въ воздухѣ, то отвѣтъ неправиленъ; количество тепла остается однимъ и тѣмъ же. Но если ты хочешь сказать, что въ первомъ случаѣ температура поднимается выше, то это вѣрно.

Ученикъ. Я подразумѣваю температуру!

Учитель. Конечно! Причина этого слѣдующая. Въ обоихъ случаяхъ выдѣляется одно и тоже количество тепла, но при горѣніи въ кислородѣ это количество тепла должно нагрѣть только образовавшійся продуктъ горѣнія и ничего болѣе, при горѣніи же въ воздухѣ оно должно сверхъ того нагрѣть примѣшанный къ кислороду азотъ.

Ученикъ. А развѣ болѣе сильный свѣтъ связанъ съ болѣе высокой температурой?

Учитель. Конечно! Но силѣ свѣта можно даже опредѣлять температуру. Но кромѣ того, болѣе высокая температура вызываетъ и большую скорость горѣнія.

Ученикъ. Отчего это зависитъ?

Учитель. Это выведенный изъ опыта, общій законъ, по которому химическія явленія протекаютъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше температура. Вернемся однако къ нашему кислороду. Всѣ явленія, которыя ты видѣлъ, суть химическія явленія или химическіе процессы такъ какъ при этомъ горючія вещества и кислородъ исчезли, а вмѣсто нихъ возникли новыя вещества.

Ученикъ. А свѣтъ и теплота, которые при этомъ возникли тоже новыя вещества?

Учитель. Нѣтъ, они не вещества, такъ какъ не имѣютъ ни вѣса, ни массы.

Ученикъ. Но вѣдь они дѣйствительно существуютъ?

Учитель. Конечно, такъ какъ они оказываютъ извѣстное дѣйствіе, то значить они дѣйствительно существуютъ. Подобно веществамъ они также превращаются другъ въ друга, и новыя количества ихъ образуются не иначе, какъ путемъ превращенія. Они только не имѣютъ вѣса, который имѣютъ всѣ вещества.

Ученикъ. Они должно быть силы?

Учитель. Прежде ихъ называли силами, но оказалось, что это названіе ведетъ къ недоразумѣніямъ, такъ какъ подъ силами раньше еще разумѣлись совсѣмъ другія вещи. Теперь ихъ называютъ энергіями. Теплота есть одинъ видъ энергіи, свѣтъ — другой видъ. Ты понимаешь, что значить слово — энергія?

Ученикъ. Да, человѣкомъ съ энергіей называютъ такого человека, который въ состояніи что нибудь сдѣлать и умѣетъ настоять на своемъ.

Учитель. Такое же приблизительно понятіе объ энергіи существуетъ и въ наукѣ. Энергія есть то, благодаря чему вещи измѣняются.

Ученикъ. Значить, если въ химическихъ процессахъ вещества измѣняются, то это тоже энергія?

Учитель. Конечно, но мы только немного иначе выражаемся. Мы говоримъ, что вещества обладаютъ химической энергіей, если они способны дѣйствовать другъ на друга и образовывать новыя вещества. Одновременно съ превращеніемъ веществъ происходитъ и превращеніе части ихъ химической энергіи, — которая принимаетъ форму тепла, свѣта, а иногда электрической или механической энергіи.

Ученикъ. Мнѣ это кажется очень удивительнымъ и главнымъ.

Учитель. Превращеніе энергіи не болѣе таинственно чѣмъ превращеніе веществъ, напротивъ, первое даже проще послѣдняго. Для того, чтобы познакомить тебя поближе съ энергіей, скажу тебѣ, что и обыкновенная работа, которую совершаетъ человѣкъ, лошадь или паровая машина, тоже есть энергія.

Ученикъ. Значить я своей рукой могу произвести теплоту или свѣтъ или электричество!

Учитель. Ты можешь это сдѣлать, когда ты трешь одну руку объ другую, твои руки становятся теплыми. И когда ты съ усиліемъ просверливаешь что—нибудь тупымъ буравомъ, то онъ вскорѣ такъ сильно нагрѣвается, что легко обжечь имъ себѣ пальцы. Ты знаешь также, что треніемъ можно добыть огонь.

Ученикъ. Да, это правда. Я могу значить получить столько тепла, сколько хочу!

Учитель. Не сколько хочешь, а сколько можешь. Если ты работаешь нѣкоторое время буравомъ, то наступаетъ моментъ, когда ты больше не можешь работать, потому что ты усталъ—ты истощенъ, т. е. ты изстратилъ тотъ запасъ энергии, которымъ ты обладаешь.

Ученикъ. А откуда я получилъ эту энергию?

Учитель. Тебѣ ее дала пища. Въ питательныхъ веществахъ ты принимаешь въ себя химическую энергию, а въ твоемъ тѣлѣ находятся аппараты—мускулы—которые превращаютъ химическую энергию въ работу.

Ученикъ. Какъ они это дѣлаютъ?

Учитель. Было бы хорошо, если бы это знали! Исследователи этого еще не открыли. Но что химическая энергия производится при работѣ, ты видишь изъ того, что лошади, производящую тяжелую работу тушно обильно кормить для того, чтобы она могла работать.

Ученикъ. Однако я имѣю хороший аппетитъ и то да, когда я не работаю.

Учитель. Тогда ты тоже расходуетъ химическую энергию двойной пищи. Ты вѣдь потребляешь известное количество съѣды того, чтобы поддержать температуру своего тѣла на 37°C ; такъ какъ твоё тѣло теплѣе, чѣмъ окружающая среда, то оно постоянно теряетъ тепло которое опять возмѣщается питаніемъ. Это вѣдь способъ—прямая, непронзводимый—которымъ ты производишь тепло.

Ученикъ. А могу я также произвести свѣтъ?

Учитель. Да, если ты будешь въ темнотѣ тереть другъ о друга два куска сахара, то они будутъ свѣтиться.

Ученикъ. А днемъ они не будутъ свѣтиться?

Учитель. Будутъ, но свѣтъ такъ слабъ, что при дневномъ освѣщеніи его нельзя видѣть. Въ этомъ опять работа твоихъ мускуловъ, превращается въ свѣтъ.

Ученикъ. Но непосредственно я конечно, не могу произвести свѣтъ?

Учитель Ты ишь, но это могутъ сдѣлать свѣтящіяся Иванны—червяки и тѣ маленькія животныя, которыя вызываютъ свѣчение моря. Вотъ они превращаютъ непосредственно химическую энергию своей пищи въ свѣтъ.

Ученикъ А могу я произвести электрическую энергию.

Учитель Конечно, стоитъ тебя натереть сухонькою палочку сургуча.

Ученикъ Ахъ, да я это знаю. Но я это опять делаю при помощи работы моей руки, а не непосредственно.

Учитель Во всякій моментъ такой деятельности три всякой мысли въ твоёмъ глѣзѣ пробѣгаютъ электрическіе токы. Но они остаются въ глѣзѣ и не легко вывести ихъ наружу.

Ученикъ Я сейчасъ не могу, но я это могу!

Учитель Въ этомъ нѣтъ ничего такого. Ты бы ты могъ горничная. Видишь каждое животное можетъ все это дѣлать.

Ученикъ Все же это очень странно! Откуда въ концѣ концовъ происходитъ энергія животныхъ и ихъ веществъ?

Учитель. Отъ солнца.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель Откуда берется энергія пищи? Она растетъ самою или животного происхожденія. Растенія растутъ только тамъ, гдѣ есть солнечный свѣтъ, такъ какъ они потребляютъ свѣтовую энергію для построения своего тела, такимъ образомъ они накапливаютъ въ себѣ энергию. Когда мы ѣдимъ растенія, мы потребляемъ, ахъ да, свѣтъ, солнечную энергію. И животныя, мы охотимся, мы ѣдимъ, питаются растеніями, съ едой солнечной энергіей.

Ученикъ. Теперь я буду смотреть на солнце своимъ новыми глазами.

Учитель. Если же, при этомъ будешь помнить о томъ о чемъ мы сейчасъ говорили, о томъ и миръ, и жизнь, и общество, и ты примешь до сихъ поръ.

12. Соединения и составныя части.

Учитель. Въ послѣдній разъ мы успѣли много сказать. Разъ каждый изъ васъ долженъ былъ изъяснить.

Ученикъ. Въ вещахъ, я вижу, какъ при соединяются и собираются кислородъ. Значитъ я узнаю, что въ земь гдѣ горячо, то много силъ и жарче, чѣмъ въ обыкновенномъ воздухѣ и что это зависитъ отъ того, что кислородъ составляетъ только одну пятую

часть воздуха. — Потомъ я узналъ кое-что объ энергiи, но это было для меня такъ необычайно, что я не могу выразить этого вкратцѣ.

Учитель. Попробуемъ сдѣлать это вмѣстѣ. Въ чемъ энергiя сходна съ веществами и чѣмъ она отъ нихъ отличается?

Ученикъ. Въ чемъ сходна? Она можетъ превращаться, въ различные виды, и когда одинъ видъ образуется, то другой исчезаетъ.

Учитель. Правильно, чѣмъ энергiи отличается отъ веществъ?

Ученикъ. Тѣмъ, что ее нельзя взвѣсить и что она доставляется намъ солнцемъ. А вещества имѣть не доставляются солнцемъ.

Учитель. Нѣтъ, но крашеи мѣрѣ, если и доставляются, то въ неуловимомъ количествѣ. Запомни хорошенько эти признаки энергiи, другіе же станутъ для тебя понятнѣе впоследствии, когда мы чаще будемъ имѣть дѣло съ ними. Теперь вернемся опять къ кислороду. Вотъ бутылка, которую мы вчера наполнили кислородомъ. Какія свойства ты замѣчаешь въ немъ?

Ученикъ. Кислородъ похожъ на воздухъ, онъ также безцвѣтенъ.

Учитель. Какой у него запахъ?

Ученикъ. Я ничего не чувствую, онъ не имѣетъ запаха.

Учитель. Ты бы могъ сказать это, не открывая бутылки. Подумай, имѣть кислородъ составляетъ пятую часть воздуха.

Ученикъ. Ахъ, да, если воздухъ не имѣетъ запаха, то и кислородъ не можетъ имѣть его.

Учитель. Таковы тѣ свойства кислорода, которыя мы знаемъ непосредственно при помощи нашихъ органовъ чувствъ. Но кромѣ того онъ имѣетъ еще и другія свойства, которыя мы узнаемъ только путемъ измѣреній или опытовъ. Явленія горѣнія, которыя я тебѣ показывалъ, относятся къ такимъ свойствамъ. Они называются химическими свойствами, такъ какъ они основываются на химическихъ процессахъ. И реакція кислорода, воспламенение глѣбной лучины, есть химическое свойство его. Теперь мы изучимъ другой способъ добычи кислорода. Этого кирпично-красный порошокъ называется окисью ртути. Я насыпаю немного этого порошка въ пробирку, грубочку приотворенную изъ особаго стекла, толстаго и дугообразнаго и какъ въ прошлый разъ, устанавливаю въ пробирку пробку съ газоотводной трубкой. Затѣмъ я накрываю пробирку на лампѣ. Что ты видишь?

Ученикъ. Красный порошокъ становится чернымъ. Онъ облывается, не правда-ли?

Учитель. Нѣтъ, когда я ему дамъ охладиться, онъ опять станетъ краснымъ.

Ученикъ. Отчего же онъ сдѣлался чернымъ?

Учитель. Есть много веществъ, цвѣтъ которыхъ при нагреваніи измѣняется. Цвѣтъ, слѣдовательно, зависитъ отъ температуры. Ученикъ. Теперь появляются пузырьки.

Учитель. Это опять таки воздухъ, который расширяется вслѣдствіе теплоты.

Ученикъ. Но вотъ пузырьки появляются чаще

Рис 21.



Учитель. Соберемъ немного этого газа въ небольшую пробирку и испытаемъ его слѣдующей лучинкой (рис 21). Это еще воздухъ выходимъ изъ трубки. Но при вторичномъ наполненіи.

Ученикъ. Лучинка воспламеняется, это кислородъ!

Учитель. Можетъ быть. Соберемъ его и посмотримъ, не имѣетъ ли онъ цвѣта и запаха. Понюхай!

Ученикъ. Да, онъ не имѣетъ запаха и видно, что онъ безцвѣтенъ. Но къ чему нужно было дѣлать также и эти пробы?

Учитель. Раньше чѣмъ сказать, что въ нашихъ рукахъ имѣется дѣйствительно извѣстное опредѣленное вещество, мы должны убѣдиться въ томъ, что онъ обладаетъ всѣми своими свойствами.

Ученикъ. Но вѣдь мы не можемъ собственно изслѣдовать всѣ его свойства. Мы никогда бы не кончили.

Учитель. Ты правъ. Однако мы должны всегда изслѣдовать многія свойства, потому что часто случается, что различные вещества

нибють одно одинаковое у всѣхъ ихъ свойство, въ то время какъ другія свойства ихъ различны.

Ученикъ. И это одно свойство совершенно одинаково?

Учитель. На этотъ вопросъ никогда нельзя дать вполне утвердительнаго отвѣта, если даже не удастся подмѣтить никакого различія, ибо какое свойство не можетъ быть измѣрено съ абсолютной точностью; поэтому нельзя быть увѣреннымъ о томъ, что видимое сходство не окажется при болѣе точномъ изслѣдованіи, различіемъ. Для того именно, чтобы избѣгнуть такихъ точныхъ и трудныхъ изслѣдованій, мы и изслѣдуемъ многія свойства, такъ какъ рѣдко случается, чтобы два различныхъ вещества имѣли многія сходныя свойства.

Ученикъ. Посмотри-ка, что получится. Верхняя часть пробирной трубки совсѣмъ стала похожа на серебро.

Учитель. Да, и большая часть окиси ртути исчезла. Я нагреваю еще нѣкоторое время, теперь вся окись исчезла. Я вынимаю изъ воды газопроводную трубку и даю пробиркѣ охладиться.

Ученикъ. Почему ты не оставишь все стоять такъ, какъ оно было?

Учитель. Потому что тогда теплота кислорода сжалась бы отъ охлаждения и въ пробирку могла бы попасть вода. Теперь смотри внимательно, образовавшійся въ трубкѣ серебряный налетъ я снимаю при помощи борозки гусиного пера и получаю блестящіе жидкіе шарики.

Ученикъ. Эти шарики совсѣмъ похожи на ртуть.

Учитель. Они и въ самомъ дѣлѣ ртуть.

Ученикъ. О куда же она взялась здѣсь?

Учитель. Она пронизала изъ окиси ртути.

Ученикъ. И кислорода тоже получился изъ этой окиси?

Учитель. Конечно, только оба эти вещества и образовались изъ нея и больше ничего.

Ученикъ. А почему же ртуть не собралась въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ находилась окись ртути?

Учитель. Потому что ртуть при температурѣ лампы, становится летучей, т. е. превращается въ паръ. Въ тѣхъ точкахъ, гдѣ трубка была сравнительно мало нагрѣта, паръ сгустился въ жидкую ртуть. Вотъ я беру немного ртути, помещаю ее въ пробирку и нагреваю. Ты видишь, во что образуется первый слой капелекъ, онъ становится плотнѣе, а теперь онъ похожъ уже на серебряное зеркало. Я повторяю этотъ опытъ съ жидкимъ металломъ, который мы

получили из нашего красного порошка ты видишь получается такое же зеркало, следовательно это — ртуть. Однако будь осторожен пары ртути ядовиты.

Ученик. Я бы этого никогда не подумал!

Учитель. Почему?

Ученик. Видь ртуть металлы а металлы не кипят.

Учитель. Ну, они кипят, но для большинства известных нам металлов точка кипения лежит так высоко, что ее не достигнут обыкновенными средствами. Ошибка в применении электрической дуги как раз в известные металлы превращаясь в царь. Ртуть же кипит сравнительно легко при 350°C . Обратимся опять к нашему опыту. Ты видишь, что красный порошок при нагревании превращается в ртуть и кислород. Из ртут и кислорода можно обратно получить красную окись ртути. Мы можем, значит, направить процесс в противоположную сторону так сказать обратить его.

Ученик. О, это удивительно. Могу я это увидеть?

Учитель. Конечно я не могу тебе это показать. Окись ртути образуется из ртут и кислорода если последние прихитишь спиритическое и нагревать немного выше 300° . Но это образование совершающееся так медленно что требуется несколько недель для получения 2-3 граммов окиси. Но если получить каким образом окись ртути, то оказывается, что она обладает теми же свойствами, какими обладает обыкновенная окись ртути.

Ученик. А обыкновенная ртуть получается так?

Учитель. Нет она получается совершенно иным путем который тебе сейчас будет известен.

Ученик. Значит все равно, каким образом не пользоваться ей?

Учитель. Конечно это очень важно знать закон, что определяет действие химических веществ на нас и тогда, когда мы знаем, какими и теми же способами.

Ученик. Я этого не предполагал.

Учитель. Ну конечно ты видел примеси окислов в окислах ртути и т.д. Ты же знаешь, что и кислород и азот берется из той же соли.

Ученик. Да верно. Мне это не должно было прийти в голову, что это само собой разумеется.

Учитель. Ты видишь когда тебе нужно не размышлять по поводу, что оно само собой разумеется. Теперь давай себя

вѣкоторыя новыя названія. Такъ какъ изъ одного однороднаго вещества, окиси ртути, можно получить два различныхъ вещества: ртуть и кислородъ, и наоборотъ, изъ двухъ послѣднихъ можно получить опять одно однородное вещество, окись ртути, то эту окись называютъ соединеніемъ, а ртуть и кислородъ — составными частями. Значитъ окись ртути есть

Ученикъ. Окись ртути есть соединеніе ртути и кислорода.

Учитель. Да, а ртуть и кислородъ суть составныя части окиси ртути. Теперь мы обратимся къ важному вопросу о вѣсовыхъ отношеніяхъ въ химическихъ процессахъ. Въ этой закрытой пробѣ, наполненной кислородомъ колбѣ подвѣшенъ на проволоку кусокъ угля. Эту колбу я точно уравниваю на вѣсахъ и зажигаю уголь, не открывая колбы.

Ученикъ. Какъ же ты это дѣлаешь?

Учитель. Я могу это сдѣлать различнымъ образомъ. Если я вставляю черезъ пробку въ колбу еще одну проволоку, обѣ проволоки соединю между собой при помощи третьей желѣзной проволоки, чрезвычайно тонкой, и затѣмъ пропущу черезъ проволоки электрическій токъ, то тонкая проволока раскалится и зажжетъ уголь. Но мы произведемъ опытъ проще, пользуясь для этого солнечнымъ свѣтомъ: я зажгу уголь при помощи зажигательнаго стекла.

Ученикъ. Вѣрно. Ура! Уголь уже горитъ!

Учитель. И опять потухаетъ, потому что кислородъ исчезъ. Какъ ты полагаешь, сдѣлалась ли колба тяжеле?

Ученикъ. Само собой разумѣется!

Учитель. Ты опять сказалъ „само собой разумѣется“. Посмотримъ же, такъ ли это? Что ты видишь?

Ученикъ. Стрѣлка вѣсовъ отклоняется одинаково вправо и влево. Вѣсъ кажется остался тотъ же самый. Можетъ быть, увеличение вѣса такъ мало, что его трудно замѣтить!

Учитель. Нѣтъ, даже при самомъ тщательномъ взвѣшиваніи получается то же самое.

Ученикъ. Но вѣдь это не должно быть такъ! Я училъ и видѣлъ, что при горѣнии вѣсъ увеличивается.

Учитель. Вѣсъ чего?

Ученикъ. Ахъ, да, это было такъ: продуктъ горѣнія вѣситъ больше чѣмъ вѣсило спорѣвшее тѣло.

Учитель. Ну, а здѣсь?

Ученикъ. Здѣсь онъ вѣситъ столько же.

Учитель. Выводъ неправильный. Продуктъ горѣнія на самомъ дѣлѣ вѣситъ больше.

Ученикъ. Какимъ же образомъ весь мой остатокъ неизмѣненнымъ!

Учитель. Да вѣдь при этомъ исчезъ кислородъ! Продуктъ горѣнія вѣситъ больше сгорѣвшаго тѣла настолько на сколько граммовъ вѣситъ потребленный кислородъ. Такимъ образомъ увеличение вѣса и потеря вѣса другъ друга уравновѣси и

Ученикъ. Однако это удивительно.

Учитель. Да, здѣсь мы имѣемъ примѣръ одного изъ важныхъ законовъ, ко орымъ оправдывается на всѣхъ химическихъ и на всѣхъ физическихъ процессахъ каковы бы ни были измѣненія происходящія съ данными веществами, общій вѣсъ при этомъ никогда не измѣняется.

Ученикъ. Но отдѣльные вѣса измѣняются.

Учитель. Конечно, но то, что теряется на одной сторонѣ, приобретаетъ на другой. Законъ имѣетъ силу только для суммы всѣхъ вѣсовъ.

Ученикъ. Ты учишь меня, что въ такихъ случаяхъ можно спрашивать не „почему это такъ бываетъ“, а „съ чѣмъ это находится въ связи“. Известно ли здѣсь что нибудь объ этомъ?

Учитель. Конечно. Ты уже знаешь, что вѣсъ и масса пропорциональны другъ другу въ каждомъ данномъ мѣстѣ земного шара. Следовательно, упомянутый только что законъ есть следствие закона неизмѣнимости или сохранения массы.

Ученикъ. Для чего служить этотъ законъ?

Учитель. Онъ даетъ возможность вычислить вѣсковыя отношения при химическихъ процессахъ даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда не могутъ или не хотятъ определять вѣсъ каждаго вещества въ отдельности. Если напр. я беру опредѣленный вѣсъ окиси ртути, опредѣляю вѣсъ получающейся изъ нея ртути, то тѣмъ самымъ я узнаю вѣсъ выделяющагося кислорода. Потому что всегда должно существовать слѣдующее равенство: вѣсъ окиси взятой ртути вѣсу полученной ртути вѣсъ выделяющагося кислорода или просто окиси ртути. Ртуть, кислородъ, если названія веществъ буду въ обозначать также и ихъ вѣсовые количества.

Ученикъ. Развѣ кислородъ тоже имѣетъ вѣсъ? Вѣдь онъ газъ!

Учитель. А ты думаешь, что газы не имѣютъ вѣса?

Ученикъ. Я не могу себѣ этого представить.

Учитель. Плотность, или отношеніе вѣса къ объему очень мала для газовъ, она въ нѣсколько сотъ разъ меньше плотности

воды. Но все же газы имѣютъ вѣсъ. Одинъ литръ обыкновеннаго воздуха вѣситъ больше одного грамма.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ это увидѣть.

Учитель. Это не трудно показать. Вотъ у меня колба изъ толстаго стекла, закрытая пробкой, въ которую вдѣланъ стеклянный кранъ. Для того чтобы пробка не выскочила, я привязываю ее къ колбѣ при помощи проволоки или какого либо шнура. Теперь я вѣслю аппаратъ ставлю на вѣсы и точно уравниваю его. Черезъ открытый кранъ я накачиваю въ колбу при помощи помпы воздухъ. После двухъ-трехъ движений поршня, я закрываю кранъ; если я теперь перенесу колбу опять на вѣсы, то окажется, что она стала замѣтно тяжелѣе.

Ученикъ. Можно ли видѣть, сколько ты накачалъ воздуха?

Учитель. Конечно. Я беру ту газоотводную трубку, которой мы пользовались при добываннн кислорода и при помощи каучуковой трубочки соединяю ее съ краномъ колбы и опрочноываю

Рис. 22.



натъ рубку бутылку извѣстную воѣмъ, ко да в о крою кспериментъ то накаченный воздухъ будетъ в хопѣ и собиратся въ бутылкѣ (рис. 22).

Если жъ, риниме точно извѣстн колбу — извѣстна се етерь, то получимъ нѣко орую потерю въ вѣсѣ, которая равна вѣсу ушедшаго изъ колбы воздуха. Если же на бутылку нанести черточки раздѣляющя ея въ рѣшнй объемъ на какя либо рав-

ные части, положимъ такъ, что каждая часть будетъ равна кубическому дециметру, то можно будетъ опредѣлить также и объемъ этого воздуха

Ученикъ. Да, это такъ.

Учитель. Ты можешь послѣ продѣлать нѣсколько такихъ измѣреній ты найдешь, что воздухъ почти въ 800 разъ легче воды. Вернемся теперь къ нашимъ опытамъ. Замѣтилъ ли ты какую нибудь разницу въ количествѣ кислорода полученнаго мною изъ бертолетовой соли съ одной стороны и изъ окиси ртути съ другой?

Ученикъ. Да изъ окиси ртути кислорода получилось гораздо меньше.

Учитель. Да, одна граммъ бертолетовой соли даетъ гораздо больше кислорода, чѣмъ 1 граммъ окиси ртути. Но если я продѣлаю два раза опытъ съ окисью ртути и каждый разъ возьму по 1 грамму, что я получу?

Ученикъ. Каждый разъ то-же самое.

Учитель. А если я продѣлаю это съ бертолетовой солью?

Ученикъ. Также то-же самое.

Учитель. Значитъ, ты полагаешь, что, когда одно вещество превращается въ другое, то это всегда происходитъ въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ?

Ученикъ. Я не знаю, точно ли это такъ, но думаю, что оно должно быть приблизительно именно такъ.

Учитель. Оно точно такъ и происходитъ. Ты собственно и самъ могъ бы предположить это. Потому что извѣстное опредѣленное вещество всегда обладаетъ вѣдно въ опредѣленнымъ постоянными свойствами, а его способность превращаться въ извѣстное количество другого вещества также есть одно изъ его свойствъ, следовательно, вѣсовое отношеніе между первоначальнымъ веществомъ и продуктомъ превращенія должно быть опредѣленнымъ постояннымъ.

Ученикъ. У меня не хватило бы духа сдѣлать такой выводъ.

Учитель. Какъ можно доказать правильность такого вывода?

Ученикъ. Посредствомъ опыта.

Учитель. Вѣрно, и вотъ мною въ одной изъ лабораторій, что при превращеніи однихъ веществъ въ другія между ними существуетъ нѣкоторое, но крайней мѣрѣ приближенно, опредѣленное отношеніе. Изъ одного килограмма жира можно сдѣлать столько мыла, а приблизительно извѣстное количество его и 1 килограммъ. Этотъ вопросъ былъ подтвержденъ точному изслѣдованію, ища, что

Въ тому назадъ, и тогда оказалось, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно точнымъ закономъ.

Ученикъ. Примѣнимъ ли онъ ко всѣмъ веществамъ?

Учитель. Ко всѣмъ чистымъ веществамъ, т. е. такимъ, которыя не суть смѣси или растворы.

Ученикъ. Странно. Законы, о которыхъ ты до сихъ говорилъ мнѣ, всѣ собственно очень просты и понятны. Но я боюсь, что не всегда сумѣю примѣнять ихъ, какъ слѣдуетъ, когда это будетъ нужно.

Учитель. Это вполне естественно. Если мы не научились владѣть какимъ нибудь инструментомъ, то онъ приноситъ намъ мало пользы, если бы даже мы знали для чего онъ служить; то-же самое можно сказать и о законѣ. Но наши дѣтскія бесѣды научатъ насъ пользоваться этими законами.

13. Элементы.

Учитель. Въ прошлый разъ ты познакомился съ двумя важными законами, касающимися вѣсовыхъ отношеній такихъ веществъ, которыя дѣйствуютъ другъ на друга химически. Одинъ изъ нихъ называется закономъ сохранения или постоянства вѣса, ты можешь выразить его?

Ученикъ. Если между данными веществами происходитъ химическое взаимодействие, то при этомъ общій вѣсъ не измѣняется.

Учитель. А о чемъ говорится въ другомъ законѣ?

Ученикъ. Въ немъ говорится объ отношеніи вѣсовъ при химическихъ превращеніяхъ. Если одно вещество превращается въ другое, то вѣсъ перваго находится въ постоянномъ опредѣленномъ отношеніи къ вѣсу второго.

Учитель. Вѣрно, это законъ постоянныхъ пропорцій.

Ученикъ. Въ связи съ чѣмъ находятся эти чистовыя отношенія?

Учитель. Вопросъ предложенъ очень удачно! Я могу дать тебѣ на не очень удивительный отвѣтъ. Но для этого я долженъ познакомить тебѣ съ новымъ понятіемъ, именно съ понятіемъ химическаго элемента. Ты помнишь равенство: окись ртути = ртуть + кислородъ. Какія величины подразумеваются въ этомъ равенствѣ?

Ученикъ. Вѣса.

Учитель. Ну—съ, если ты разлагаешь нагрѣваниемъ опредѣленное количество окиси ртути и собираешь получившуюся ртуть, то полученная вѣсать больше или меньше окиси ртути?

Ученикъ. Дай-ка подумать — Она должна вѣсить меньше.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что она только вмѣстѣ съ кислородомъ вѣситъ столько же, сколько окись ртути, а вѣдь кислородъ тоже имѣетъ вѣсъ.

Учитель. Вѣрно. Значитъ, если ртуть переходитъ въ окись ртути или кислородъ переходитъ въ окись ртути, то вѣсъ каждый разъ увеличивается: въ первомъ случаѣ онъ увеличивается на вѣсъ кислорода, во второмъ случаѣ на вѣсъ ртути.

Ученикъ. Я это понимаю.

Учитель. Ты помнишь также, что кислородъ и ртуть мы назвали составными частями окиси ртути, а послѣднюю соединеніемъ первыхъ.

Ученикъ. Помню.

Учитель. Слѣдовательно, составная часть должна всегда вѣсить меньше, чѣмъ какое угодно ея соединеніе.

Ученикъ. Потому что всякій разъ къ ней присоединяется еще что-нибудь.

Учитель. Совершенно вѣрно. Теперь представи себѣ, что съ кислородомъ были предѣланы всевозможные химическіе опыты, подобные тѣмъ, которые ты уже видѣлъ, и что при этомъ каждый разъ опредѣляется вѣсъ того новаго вещества, которое получалось изъ кислорода и какого нибудь другого вещества. И оказалось, что не было найдено ни одного процесса, при которомъ образовавшіяся гѣла вѣсили бы меньше, чѣмъ кислородъ. Всѣ они вѣсили больше.

Ученикъ. Значитъ кислородъ можетъ давать только соединенія?

Учитель. Да, составныя же части кислорода неизвѣстны. Подобныя вещества называются элементами. И такъ, что такое элементъ?

Ученикъ. Это вещество, всѣ продукты превращенія котораго вѣсятъ больше, чѣмъ оно само.

Учитель. Совершенно вѣрно! Можно также сказать, что элементъ есть вещество, составныя части котораго неизвѣстны. Но такое опредѣленіе не вполне ясно, такъ какъ раньше нужно опредѣлить, что такое составная часть.

Ученикъ. Но вѣдь я уже училъ раньше, что элементъ—это неразлагаемое вещество!

Учитель. Это означаетъ тоже самое. Разложеніемъ называется превращеніе вещества въ его составныя части. Такъ какъ

при этомъ изъ одного вещества получаютъ нѣсколько, то этотъ процессъ называется разложениемъ.

Ученикъ. Теперь я понимаю. Но вѣдь разложить значитъ не превратить, а отдѣлить другъ отъ друга то, что уже существуетъ.

Учитель. Когда мы опредѣленные количества ртути и кислорода превращаемъ или даемъ имъ соединиться въ окись ртути, то ртуть и кислородъ, правда, исчезаютъ, но ихъ всегда можно получить изъ окиси ртути обратно. Причемъ они получаютъ въ такомъ же точно количествѣ, въ какомъ они были раньше взяты. Поэтому можно представить себѣ дѣло такъ, какъ если бы обѣ составныя части продолжали дѣйствительно существовать въ соединении въ скрытомъ такъ сказать состояннн. Откуда и взяты выражения разложить и соединить.

Ученикъ. Въ самомъ ли дѣлѣ составныя части существуютъ внутри соединенія или нѣтъ?

Учитель. Ты поставилъ вопросъ, не обдумавши его. Соединение не мѣлокъ и не ящикъ, „внутри“ котораго находится нѣчто. Если ты употребляя слово „внутри“ хочешь указать лишь на то, что мы всегда можемъ извѣстнымъ способомъ получить изъ соединения составныя части его — то на твой вопросъ можно отвѣтить утвердительно. Но если ты этимъ словомъ „внутри“ хочешь указать на то, что составныя части со всеми своими свойствами спрятались въ соединении, то ты заблуждаешься. Итакъ, ты знаешь теперь, что я разумѣю, когда говорю, что кислородъ элементъ.

Ученикъ. Существуютъ и еще другіе элементы?

Учитель. Конечно, ртуть также элементъ. И серебро, олово, свинецъ мѣдь тоже элементы. Всего имѣется около 75 элементовъ. Вотъ, кроме той ртутной элементарной пары, которую ты встрѣчаешь въ такъ называемой ртутной вѣсѣ въ бутылкѣ, еще одна же часть элементовъ, нѣтъ числа, многие изъ нихъ очень рѣдки, т. е. вещества, изъ которыхъ можно ихъ получить встрѣчаются рѣдко.

Ученикъ. А рѣзвѣ нельзя получить рѣдкіе элементы изъ другихъ веществъ, которыя встрѣчаются чаще?

Учитель. Нѣтъ, это никакъ образомъ не такъ. Данное соединеніе можетъ быть разложено на элементы лишь однимъ какимъ нѣтъ образомъ — т. е. изъ каждаго вещества можно получить нѣтъ опредѣленные элементы и, какъ бы мы ни употребляли приемы мы получаемъ изъ него всегда одинаковые элементы въ одинаковыхъ отношеніяхъ. А для того чтобы искусственнымъ путемъ

получить такое вещество, нужно взять тѣ же элементы въ тѣхъ же отношеніяхъ или же взять такія соединения, изъ которыхъ могутъ быть получены эти элементы. т. е. въ которыхъ послѣдніе „содержатся“.

Ученикъ. Это опять законъ природы?

Учитель. Конечно, это законъ сохранения элементовъ?

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это еще разъ.

ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВЪ.

Азотъ	N	Иттербій	Yb	Никкель	Ni	Сурьма	Sb
Алюминій	Al	Іодъ	J	Ніобій	Nb	Таллій	Tl
Аргонъ	Ar	Кадмій	Cd	Олово	Sn	Танталъ	Ta
Барій	Ba	Калій	K	Осмій	Os	Теллурій	Te
Бериллій	Be	Кальцій	Ca	Палладій	Pd	Тербій	Tb
Боръ	B	Кислородъ	O	Платина	Pt	Титанъ	Ti
Бромъ	Br	Кобальтъ	Co	Празеодимъ	Pr	Торій	Th
Ванадій	Vd	Криптонъ	Kr	Радій	Ra	Тулій	Tu
Висмутъ	Bt	Кремній	Si	Родій	Rh	Углеродъ	C
Водородъ	H	Ксенонъ	X	Ртуть	Hg	Уранъ	U
Вольфрамъ	W	Лантанъ	La	Рубидій	Rb	Фосфоръ	Ph
Гадолиній	Gd	Литій	Li	Рутеній	Ru	Фторъ	Fl
Галлій	Ga	Магній	Mg	Самарій	Sa	Хлоръ	Cl
Гелий	He	Марганецъ	Mn	Свинецъ	Pb	Хромъ	Cr
Германій	Ge	Молибденъ	Mo	Селенъ	Se	Цезій	Cs
Желѣзо	Fe	Мышьякъ	As	Серебро	Ag	Церій	Ce
Золото	Au	Мѣдь	Cu	Скандій	Sc	Цинкъ	Zn
Индій	In	Натрій	Na	Стронцій	Sr	Цирконій	Zr
Иридій	Ir	Неодимъ	Nd	Сѣра	S	Эрбій	Er
Иттрій	Y	Неонъ	Ne				

Учитель. Ты вѣдь знаешь, что были нѣкогда химики, которые всю свою жизнь посвятили тому, чтобы приготовить золото или серебро изъ свинца или другого обыкновеннаго металла, и что никому это не удалось; эти химики назывались алхимиками. Вся алхимія была построена на томъ предположеніи, что одинъ элементъ можно превратить въ другой, что свинецъ напр. можетъ быть превращенъ въ золото. Нельзя было заранѣе знать, что такое превращеніе невозможно: лишь послѣ того какъ, продолжавшіяся втеченіе многихъ столѣтій попытки оказались безуспѣшными, была признана невоз-

возможность такого превращения для золота и серебра, а позже нашли, что то же самое нужно сказать и относительно всѣхъ прочихъ элементовъ.

Ученикъ. Значитъ, желаніе сдѣлать золото совсѣмъ не было такимъ безсмысленнымъ и безполезнымъ.

Учитель. Оно не было ни тѣмъ, ни другимъ. Оно не было безсмысленно, такъ какъ вѣдь нельзя было заранее знать, что попытка не удастся. Но пытавшіеся приготовить золото работали не-научно, т. е. нецѣлесообразно: они пробовали наудачу. А когда послѣ всѣхъ попытокъ оказалось, что элементы не могутъ превращаться другъ въ друга и что соединения однихъ элементовъ не могутъ превращаться въ соединения другихъ элементовъ, то это было важнымъ научнымъ открытіемъ, въ высшей степени облегчившимъ задачу химіи.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Представь себѣ, что мы обозначаемъ каждый элементъ определеннымъ знакомъ; тогда мы можемъ изобразить любое соединеніе, написавъ другъ возлѣ друга знаки тѣхъ элементовъ, изъ которыхъ состоитъ это соединеніе. Подобно тому какъ ты слово „школа“ составляешь изъ знаковъ ш, л, а, и можешь разложить его только на эти же знаки, но не сможешь съ ихъ помощью составить слово „роза“, точно также ты обозначаешь соединеніе при помощи знаковъ его элементовъ и точно также ты не сможешь при помощи этихъ знаковъ изобразить такое соединеніе, въ составъ котораго данные элементы не входятъ. Въ таблицѣ элементовъ (стр. 81) на ряду съ полнымъ названіемъ элемента изображенъ знакъ, которымъ онъ изображается; этотъ знакъ состоитъ изъ начальной буквы, а часто еще и послѣдующей буквы названія. Каждое существующее на землѣ вещество можетъ быть представлено сопоставленіемъ нѣкоторыхъ такихъ знаковъ, каждому веществу отнѣчаетъ свое особое сопоставленіе, ибо каждое вещество, какъ ни было бы велико разнообразіе веществъ, можно разложить на элементы только однимъ для него свойственнымъ способомъ.

Ученикъ. Какъ я вижу, это опять одинъ изъ тѣхъ законовъ, которые собственно очень просты, но къ которымъ нужно привыкать.

Учитель. Ты скоро привыкнешь къ нимъ. Тѣмъ временемъ возьмемъ нашу таблицу элементовъ и посмотримъ, съ какими элементами ты знакомъ изъ твоей повседневной жизни. Кислородъ ты уже знаешь, это безцвѣтный газъ. Водородъ также безцвѣтный газъ, который въ противоположность кислороду, горючъ.

Ученикъ. Почему онъ называется водородомъ?

Учитель Потому что он получается из воды

Ученикъ Значитъ вода не элементъ?

Учитель Нѣтъ, она и не помѣщена въ таблицѣ. Она есть соединеніе водорода съ кислородомъ — Азотъ ты также немного знаешь, онъ образуетъ вторую составную часть воздуха и представляетъ собой газъ безъ цвѣта и безъ запаха.

Ученикъ Да, потому что и воздухъ не имѣетъ цвѣта и запаха.

Учитель Вѣрно Затѣмъ идетъ углеродъ. Это уже не газъ, а твердое тѣло. Обыкновенный древесный уголь состоитъ изъ углерода, конечно — не чистаго. Эти четыре элемента встрѣчаются обыкновенно во всѣхъ живыхъ тѣлахъ, т. е. растенияхъ и животныхъ, и образуютъ такимъ образомъ одну опредѣленную группу. Они являются типами четырехъ различныхъ группъ, образуемыхъ остальными элементами.

Ученикъ. Что это значитъ?

Учитель Среди прочихъ элементовъ имѣются нѣкоторые сходные по свойствамъ съ кислородомъ, другіе похожи на водородъ, нѣкоторые сходны съ азотомъ и нѣкоторые съ углеродомъ.

Ученикъ. Сходны?

Учитель. Да, они имѣютъ сходныя физическія свойства отчасти въ несвязанномъ состояніи въ видѣ свободныхъ элементовъ, частью же сходны между собой тѣ соединения, которыя они образуютъ съ какими либо третьимъ или четвертымъ элементомъ.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что этого еще недостаточно для дѣленія на группы.

Учитель. Оно конечно такъ, но въ совокупности свойствъ всѣхъ тѣхъ соединений, которыя образуются изъ какого нибудь элемента, замѣчается такъ много сходствъ и различій, что химику знакомому съ отношеніями элементовъ другъ къ другу, совсѣмъ трудно установить это дѣленіе. Такъ какъ ты незнакомъ еще съ этими отношеніями, по тебѣ остается принять дѣленіе въ томъ видѣ, въ какомъ я тебѣ его дамъ.

Ученикъ. Но, какъ мнѣ кажется, принимать на вѣру то, что не можетъ быть мною проверено, значитъ идти противъ науки.

Учитель. Ты съумѣешь проверить это, когда будешь болѣе знакомъ съ химіей. Кромѣ того я не буду выводить никакихъ научныхъ заключеній изъ этого дѣленія, оно послужитъ лишь для того, чтобы ты легче могъ познакомиться съ фактами.

Ученикъ. Да, я теперь понимаю.

Учитель. Такъ запомни же слѣдующую таблицу:

Водородъ	*Йодъ	Селень	*Фосфоръ	*Углеродъ
Хлоръ	*Кислородъ	Теллуръ	Мышьякъ	*Кремний
Бромъ	*Сѣра	Азотъ	Сурьма	Титанъ

Въ дальнѣйшемъ мы подробнѣе займемся однако лишь тѣми элементами, которые обозначены звѣздочками.

Ученикъ. Почему-же только ими?

Учитель. Другіе элементы или рѣдко встрѣчаются въ природѣ, или ихъ соединения имѣютъ мало значенія въ практикѣ. Такъ какъ мы не можемъ ознакомиться со всѣмъ тѣмъ, что до сихъ поръ изслѣдовано въ химіи, то намъ приходится сдѣлать выборъ. Этотъ выборъ я произвожу такъ, чтобы ты могъ познакомиться по крайней мѣрѣ съ тѣми веществами, которыя или чаще всего встрѣчаются въ природѣ или чаще другихъ находятъ практическое примѣненіе.

Ученикъ. Значитъ я изучу только небольшую часть химіи?

Учитель. Трудно найти такого человѣка, который былъ бы знакомъ со всѣми фактами, установленными до настоящаго времени въ химіи. Я постараюсь познакомить тебя съ такими отдѣлами химіи, которые дадутъ тебѣ представление о наиболѣе важныхъ отношеніяхъ. Позже ты сможешь избрать себѣ какую нибудь особую часть химіи, которую ты изучишь настолько полно, насколько ты захочешь и сможешь. Теперь же мы обратимся къ избраннымъ нами элементамъ. О водородѣ я уже сказалъ тебѣ, что онъ—бесцвѣтный, горючій газъ; но пламя его очень блѣдно и слабо свѣтитъ. Водородъ—легчайшее изъ всѣхъ веществъ и употребляется поэтому для наполненія воздушныхъ шаровъ.

Ученикъ. А въ маленькихъ красныхъ шарахъ, которыми играютъ дѣти, также находится водородъ?

Учитель. Конечно, и если мы зажжемъ такой свѣже наполненный шаръ, то заключенный въ немъ водородъ сгоритъ съ небольшимъ взрывомъ.

Ученикъ. Я это непременно сдѣлаю.

Учитель. Только держи тогда свое лицо подальше, чтобы не опалить его, такъ какъ пламя водорода очень горячее и шаръ часто сильно взрываетъ. Хлоръ зеленый газъ съ неприятнымъ и очень ѣдкимъ запахомъ. Ты, вѣроятно, знаешь этотъ запахъ, какъ въ зловонныхъ мѣстахъ, или мѣста, гдѣ что-нибудь гниетъ, посыпаютъ

бѣлымъ порошкомъ, называемымъ хлорной известью; запахъ ея и есть запахъ сильно разрѣженного хлора

Ученикъ. Да, я вспоминаю. Нашъ служитель разбрасываетъ этотъ порошокъ на углу улицы. Зачѣмъ онъ это дѣлаетъ?

Учитель. Хлоръ разрушаетъ дурно пахнущія вещества, убиваетъ зародыши вредныхъ маленькихъ существъ — грибовъ или бактерий. Бромъ представляетъ при обыкновенной температурѣ красную жидкость, которая выдѣляетъ желто-красные пары имѣющие такой же запахъ, какъ и хлоръ.

Ученикъ. Ага, вотъ значитъ то сходство, о которомъ ты говорилъ раньше?

Учитель. Конечно. И тотъ имѣетъ такой же запахъ, но при обыкновенной температурѣ онъ представляетъ собой твердое черное-фиолетовое блестящее вещество, а пары его — фиолетоваго цвѣта.

Ученикъ. Я вспоминаю, что однажды я смазывалъ себѣ шею тинктурой йода. Входить ли въ эту тинктуру йодъ?

Учитель. Да, это растворъ йода въ спиртѣ. — Итакъ мы рассмотрѣли первую группу. Изъ второй группы ты уже знакомъ съ кислородомъ. Сѣру ты также хорошо знаешь. Она — твердое вещество желтаго цвѣта, горитъ синимъ пламенемъ.

Ученикъ. И при этомъ пахнетъ очень неприятно. Почему большинство веществъ въ химіи пахнуть такъ скверно?

Учитель. Дурно пахнущія вещества дѣйствуютъ большею частью разъѣдающимъ образомъ на внутреннюю оболочку носа. Если бы они не имѣли дурнаго запаха, то мы не могли бы замѣтить ихъ раньше, чѣмъ они не разъѣли бы слизистую оболочку носа, и тогда химіей было бы гораздо опаснѣе заниматься, чѣмъ теперь.

Ученикъ. Это хорошо. Всѣ ядовитыя вещества дурно пахнутъ?

Учитель. Прежде всего, только такія вещества могутъ имѣть запахъ, которыя превращаются въ газъ или паръ, такъ какъ иначе они не попадали бы въ носъ. Къ счастью большинство ядовитыхъ веществъ, въ особенности изъ группы жидкихъ, дѣйствительно имѣютъ дурной запахъ. Но существуютъ также нѣкоторые ядовитые газы и пары, которые имѣютъ слабый запахъ или не имѣютъ никакого. Такие газы особенно опасны. Позже мы познакомимся съ однимъ изъ нихъ.

Ученикъ. Мнѣ надо будетъ тогда остерегаться.

Учитель. Теперь мы обратимся къ группѣ азота. Ты немно-

го уже знакомъ съ нимъ*). Несмотря на свое названіе, этотъ газъ не ядовитъ, вѣдь мы же вдыхаемъ его вмѣстѣ съ кислородомъ воздуха. Названъ онъ азотомъ**, потому, что животныя, нуждаясь для своего существованія въ кислородѣ, неизбѣжно погибаютъ въ атмосферѣ чистаго азота, не содержащаго въ себѣ кислорода. О фосфорѣ ты также кое-что знаешь.

Ученикъ. Да, онъ входитъ въ составъ фосфорной спички.

Учитель. Вѣрно, такимъ образомъ ты уже знаешь одно изъ его свойствъ. Онъ очень легко загорается, теплоты, которая развивается отъ тренія, достаточно для того, чтобы онъ загорѣлся. Этимъ свойствомъ и объясняется примѣненіе его для приготовленія спичекъ.

Ученикъ. Недавно я замѣтилъ, что въ темнотѣ головки спичекъ свѣтились: это былъ такой слабый, зеленоватый свѣтъ, а кухарка мнѣ сказала, что спички свѣтились оттого, что они были влажны. Почему это?

Учитель. Фосфоръ изъ воздухъ медленно сгораетъ, причемъ онъ свѣтитъ такимъ свѣтомъ, какой ты видѣлъ. Для того чтобы то незначительное количество фосфора, которое находится въ спичечной головкѣ, не могло медленно сгорать, фосфоръ смѣшивается съ гуммарабикомъ или клеемъ, который засыхаетъ и образуетъ такимъ образомъ покровъ, препятствующій доступу кислорода. Во влажномъ воздухѣ покровъ мало по малу растворяется, и фосфоръ приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ.

Ученикъ. Да, но когда я послѣ того смочилъ нѣсколько спичекъ, они совсѣмъ не свѣтились.

Учитель. Это были такъ называемыя шведскія спички; въ головкѣ этихъ спичекъ нѣтъ фосфора.

Ученикъ. Какой видъ имѣетъ фосфоръ?

Учитель. Онъ очень похожъ на воскъ. Его сохраняютъ подъ водою, такъ какъ на воздухѣ онъ медленно сгораетъ. Я не дамъ его въ руки, потому что онъ очень ядовитъ.

Ученикъ. Какъ его готовятъ?

Учитель. Ты видно полагаешь, что могъ бы его себѣ приготовить безъ моего позволенія! Нѣтъ, это не такъ легко. Онъ об-

*) Прич. переводъ Azote, то есть Stickstoff, что означаетъ вещество, вызывающее худшее.

**) Прич. переводъ Azote, слово греческаго происхожденія обозначаетъ вещество, которое не поддерживаетъ жизни.

разуеть составную часть костей, а выдѣленіе его оттуда довольно сложная задача.

Ученикъ. Если онъ такъ ядовитъ, то какимъ же образомъ онъ можетъ встрѣчаться въ костяхъ?

Учитель. Фосфоръ ядовитъ въ состояніи свободнаго элемента, но его соединения не ядовиты. Здѣсь ты опять имѣешь примѣръ того, какъ различны свойства самаго элемента и его соединений.—Теперь мы подошли къ послѣдней группѣ. Кромѣ углерода, о которомъ ты уже знаешь кое что, тебѣ нужно познакомиться еще съ кремніемъ или силиціемъ.

Ученикъ. Кремній—это то, изъ чего состоитъ кремни?

Учитель. Несовсѣмъ такъ; кремни состоятъ изъ соединения кремня съ кислородомъ. Такое соединеніе называется обыкновенно кремневой кислотой. Изъ него состоитъ кварцевый песокъ, песчаникъ, горный хрусталь и кремень. Наконецъ почти всѣ горныя породы содержатъ соединенія кремневой кислоты, такъ что силицій является однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ элементовъ на земной поверхности.—На этомъ мы закончимъ сегодня. Я хочу только прибавить къ сказанному, что всѣ элементы, о которыхъ мы говорили до сихъ поръ, носятъ названіе не-металловъ или металлоидовъ; они составляютъ одинъ главный отдѣлъ элементовъ, другою отдѣлъ составляютъ металлы.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что сегодня я многому научился.

Учитель. Мы сдѣлали лишь прогулку по той области, въ которой намъ предстоитъ работать. Учиться, собственно мы начнемъ позже.

14. Легкіе металлы.

Ученикъ. Сколько собственно есть различныхъ металловъ?

Учитель. Число ихъ достигаетъ 60. Но такъ какъ нѣкоторые изъ нихъ еще недостаточно изучены, то ихъ число неположено.

Ученикъ. Но какъ мы сможемъ справиться съ такимъ большимъ числомъ металловъ?

Учитель. Такимъ же точно образомъ, какимъ мы справляемся съ еще большимъ числомъ животныхъ и растений; мы раздѣляемъ ихъ на группы, помѣщая въ одну группу сходные между собою.

Ученикъ. Животныя и растения могутъ быть сходны по внешнему виду или могутъ имѣть сходные органы; у металловъ вѣдь нѣтъ такого сходства.

Учитель Это несовсѣмъ вѣрно; кристаллы различныхъ элементовъ, подобно животнымъ или растениямъ, также могутъ быть сходны или несходны между собой по внѣшнему виду, но металлы обладаютъ другими свойствами, которыми они различаются другъ отъ друга. Это ихъ химическія свойства или способность соединяться съ другими веществами. Кромѣ того, различны еще ихъ физическія свойства, какъ блескъ, цвѣтъ, плотность, твердость и т. д.

Ученикъ. Значитъ, прежде чѣмъ понять и усвоить себѣ дѣленіе металловъ, я долженъ знать всѣ тѣ ихъ свойства, которыя мнѣ предстоитъ изучить.

Учитель. Эти свойства нужно было знать тому, кто предложилъ дѣленіе металловъ на группы. Тебѣ пока лишь нужно знать, что тѣ элементы, которые я помѣщаю въ одну группу, обладаютъ определеннымъ сходствомъ въ своихъ свойствахъ.

Ученикъ. Да, это такъ. Какія же свойства служатъ основаніемъ такого дѣленія?

Учитель. Очень разнообразныя. Оказалось, что группы, составленныя на основаніи одного какого нибудь определенного свойства, остаются большей частью безъ измѣненія и въ томъ случаѣ, если въ основаніе дѣленія берутся другія свойства. Позже ты узнаешь всѣ сходные признаки, которые характеризуютъ каждую группу.

Ученикъ. Да, такимъ образомъ элементы приводятся въ полный порядокъ.

Учитель. Въ такой же порядокъ, въ какой приводится царство животныхъ и растений. И здѣсь также встрѣчаются отдельные случаи, которые вызываютъ сомнѣніе, потому ли что различія слишкомъ незначительны или потому что дѣленія на группы, сдѣланныя на основаніи различныхъ свойствъ, не даютъ однихъ и тѣхъ же результатовъ.

Ученикъ. Досадно однако, что въ такихъ неизмѣнныхъ вещахъ, какъ свойства элементовъ, имѣются противорѣчія.

Учитель. Это не противорѣчія въ свойствахъ; это значитъ только, что тотъ порядокъ, который мы нѣкоторымъ образомъ произвольно установили, иногда нарушается.

Ученикъ. Да, но почему же порядокъ здѣсь не такъ простъ, какъ порядокъ въ числахъ и въ геометріи?

Учитель. Уже по одному тому, что мы имѣемъ несовершенныя свѣдѣнія о свойствахъ элементовъ. Напр., большую часть нашихъ опытовъ мы производимъ при температурахъ, которыя не многимъ отличаются отъ комнатной температуры, и при обыкновенномъ атмо-

сферномъ давленіи. Наши свѣдѣнія о свойствахъ элементовъ были бы совсѣмъ иными, если бы наблюдали ихъ при всевозможныхъ температурахъ и давленіяхъ.

Ученикъ. Значитъ, несовершенство дѣленія происходитъ только отъ несовершенства нашихъ знаний?

Учитель. Это очень вѣроятно, такъ какъ до сихъ поръ опыты всегда показывали, что область науки становится тѣмъ яснѣе и нагляднѣе, чѣмъ тѣснѣе и шире наши знания въ этой области. — Вернемся однако къ предмету нашей бесѣды. Металлы мы дѣлимъ прежде всего на легкіе и тяжелые.

Ученикъ. Что значитъ легкіе металлы? Вѣдь всѣ гдѣ имѣютъ нѣсь, и слѣдовательно всѣ они тяжелы.

Учитель. Совершенно вѣрно. Легкими металлами называютъ такіе, которыхъ плотность меньше, чѣмъ учетверенная плотность воды.

Ученикъ. Почему именно учетверенная?

Учитель. Потому что если мы, для металлы на группы по ихъ плотности, границей будемъ считать учетверенную плотность воды, то окажется, что полученныя при этомъ двѣ группы наиболѣе рѣзко отличаются по другимъ своимъ свойствамъ. Здѣсь мы имѣемъ случай того совпаденія отличительныхъ признаковъ, о которомъ я говорилъ раньше — Легкіе металлы распадаются на три группы щелочные металлы, щелочноземельные металлы и земельные металлы. Въ эти группы входятъ слѣдующіе важнѣйшіе элементы:

Щелочн. металлы Щелочноземельн. металлы Земельн. металлы

Натрій

Магній

Алюминій

Калій

-

Кальцій

Ученикъ. Однако ихъ очень немного.

Учитель. Это не всѣ. Но другихъ я пока не называю, они или такъ рѣдко встрѣчаются или же ихъ значеніе въ практикѣ такъ невелико, что до поры, до времени, тебѣ незачѣмъ съ ними знакомиться.

Ученикъ. Алюминій, который ты называлъ, это — невѣстный, бѣлый, красивый металлъ?

Учитель. Да, если ты держалъ въ рукахъ кусокъ алюминія, ты вѣроятно замѣтилъ, что онъ крайне легкохъ. И въ самомъ дѣлѣ, онъ лишь въ 2,7 раза тяжеле воды.

Ученикъ. Да, алюминій дѣйствительно легкій металлъ. А правда ли, что его дѣлаютъ изъ земли?

Учитель. Отчасти правда, но земля вѣдь не определенное вещество, а случайная смѣсь всевозможныхъ горныхъ породъ и про-

дуктовъ ихъ вывѣтриванія. Но почти во всѣхъ камняхъ и земляхъ встрѣчается алюминій въ формѣ кислороднаго соединенія. Напр. всѣ сорта глинъ содержатъ алюминій.

Ученикъ Ага, вотъ почему его называютъ земельнымъ металломъ. Но если онъ такъ часто встрѣчается, почему же онъ такъ дорогъ?

Учитель. Да онъ уже теперь не особенно дорогъ; 1 клгр. его стоитъ около 1 рубля 80 коп. А что онъ значительно дороже тѣхъ веществъ, изъ которыхъ его добываютъ, объясняется тѣмъ, что для выдѣленія его изъ его соединений нужно затратить много труда. Добывать его научились лишь недавно, когда начали примѣнять для этого электрический токъ. Значитъ разница въ цѣнѣ между алюминіемъ и его соединениями служить выраженіемъ количества работы или энергии, которой въ алюминіи содержится больше, чѣмъ въ соединенияхъ, изъ которыхъ его добываютъ. Ты вѣдь знаешь, что работа даромъ нигдѣ не дается.

Ученикъ. А можно изъ алюминія получить обратно работу?

Учитель. Конечно. Вотъ здѣсь у меня смѣсь алюминія съ окисью желѣза, которую ты уже знаешь. Если я зажгу эту смѣсь, то она чрезвычайно сильно нагревается, раскалится до бѣла, причемъ выдѣлится металлическое желѣзо, а теплотой, которую развила смѣсь, можно будетъ воспользоваться какъ для различныхъ кузнечныхъ работъ, такъ и для плавления.

Ученикъ. Это чудесный опытъ, какъ приготовить такую смѣсь?

Учитель. Порошокъ алюминія и окись желѣза смѣшиваются въ отношеніи 1 : 3. Оба вещества должны быть раньше высушены при нагреваніи. Воспламенение происходитъ при помощи тонкой ленты магния (ты скоро ближе познакомишься съ нимъ), которая вогнута въ смѣсь и которую зажигаютъ спичкой. Смѣсь помещается въ обыкновенномъ глиняномъ тиглѣ или въ углубленіи, сдѣланномъ въ хорошо высушенномъ кирпичѣ.

Ученикъ. Что собственно происходитъ при этомъ?

Учитель. Окись желѣза, какъ ты знаешь, есть соединеніе желѣза съ кислородомъ. Если смѣсь алюминія съ этой окисью сильно нагрѣть, то алюминій соединяется съ кислородомъ, а желѣзо выдѣляется изъ соединенія. Такъ какъ при соединеніи кислорода съ алюминіемъ освобождается больше работы, чѣмъ сколько ее нужно для отдѣленія кислорода отъ желѣза, то остается большой излишекъ ея, который и ощущается нами въ видѣ теплоты.

Ученикъ. Развѣ работа и теплота одно и то же?

Учитель. Да, поскольку одну можно превратить въ другую. Что работа переходитъ въ теплоту, ты можешь заключить изъ того, что при помощи тренія можно получить теплоту. А когда ты трешь два какихъ-нибудь предмета одинъ о другой, то ты вѣдь работаешь,—затрачиваешь работу.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю. А въ паровой машинѣ работа получается изъ теплоты?

Учитель. Вѣрно. Однако намъ нужно теперь вернуться къ нашимъ легкимъ металламъ. Изъ щелочноземельныхъ металловъ бѣлый магній уже знакомъ магіи.

Ученикъ. Не онъ ли такъ ярко горитъ?

Учитель. Да. Магній — это бѣлый, легкий металлъ, который можно зажечь и который горитъ очень яркимъ пламенемъ. Ноги почему имъ и пользуются въ гѣхъ случаяхъ, когда нужно имѣть яркое пламя и не имѣютъ подъ руками электрическаго тока. Для этой цѣли магній придають форму узкой полоски или ленты. Здѣсь у меня кусокъ такой магниевой ленты; и въ этомъ видѣ она встрѣчается въ продажѣ. Я зажигаю магній, и ты видишь, съ какимъ ослѣпительнымъ блескомъ онъ сгораетъ.

Ученикъ. А что это за бѣлый пепелъ и бѣлый дымъ, которые при этомъ образовались?

Учитель. Ты это самъ долженъ былъ бы знать. Что такое горѣніе?

Ученикъ. Соединеніе съ кислородомъ. Значитъ, бѣлый порошокъ—это окись магнія?

Учитель. Конечно. А сильный свѣтъ — это признакъ того, что при соединеніи магнія съ кислородомъ освобождается очень много работы, которая является намъ въ видѣ свѣга и тепла.

Ученикъ. Развѣ свѣтъ тоже родъ работы?

Учитель. Конечно. Ты вѣдь знаешь, что растенія растутъ на солнечномъ свѣтѣ и увеличиваются при этомъ образуя древесину, листья и т. д. Дерево ты можешь сжечь и получить изъ него теплоту, что доказываетъ, что въ немъ скрыта работа. Эта работа произошла изъ солнечнаго свѣта, потому что растенія могутъ развиваться только на свѣту.

Ученикъ. А гдѣ встрѣчается магній?

Учитель. Его нужно, подобно алюминію добывать изъ его соединений при помощи электрической работы. Въ природѣ соединенія магнія, въ особенности соединенія его съ кислородомъ, встрѣ-

чаются въ большомъ количествѣ. Доломитъ, который образуетъ большія горы, богатъ соединениями магнезіи; они встрѣчаются во всѣхъ почти горныхъ породахъ.

Ученикъ. Что это за магнезія, которую употребляютъ какъ лекарство? Имѣетъ ли она что нибудь общее съ металломъ магнеіемъ?

Учитель. Да, это окись магнезіи, то именно вещество, которое образуется при сжиганіи металла. Равнымъ образомъ и горькая соль, которая примѣняется въ медицинѣ, есть соединеніе магнезіи. Позже со всѣми этими веществами ты познакомишься подробнѣе.

Ученикъ. Собственно я очень хотѣлъ бы услышать немного больше о магнеіи, такъ какъ при этомъ я узналъ бы о многихъ и интересныхъ вещахъ.

Учитель. То же самое ты найдешь при другихъ элементахъ. Напр. кальцій мало извѣстенъ въ видѣ металла, такъ какъ выдѣленіе его изъ соединеній требуетъ еще больше работы, чѣмъ при магнеіи, сторааетъ же онъ еще легче послѣдняго.

Ученикъ. Почему же я долженъ познакомиться съ ними уже теперь?

Учитель. Потому что его соединенія очень распространены, онъ принадлежитъ къ тѣмъ элементамъ, которыми земная поверхность всего богаче. Известнякъ, изъ котораго состоятъ цѣлыя горныя породы, есть соединеніе кальция, мѣль и мраморъ представляютъ собою то же самое соединеніе, только въ иныхъ формахъ.

Ученикъ. Но въдѣ известнякъ, мѣль и мраморъ отличаются другъ отъ друга!

Учитель. Да, по своему внѣшнему виду. Но если я небольшой кусокъ каждаго изъ этихъ веществъ оболью соляной кислотою, то окажется, что всѣ они зашипятъ и станутъ выдѣлять изъ себя газъ. А если къ получившимся при этомъ растворамъ я прибавлю разведенной сѣрной кислоты, то во всѣхъ трехъ случаяхъ образуется бѣлый осадокъ. И есть еще много другихъ реакцій, которыя сходны для всѣхъ трехъ минераловъ. Различіе же ихъ заключается только въ томъ, что мѣль состоитъ изъ частичекъ гораздо болѣе мелкихъ, чѣмъ другіе два минерала, и что известнякъ содержитъ обыкновенно примѣси, которыя дѣлаютъ его цвѣтъ сѣрымъ. Мраморъ также часто содержитъ примѣси, приобретаая вследствие этого красный, даже черныя цвѣты. Такимъ образомъ, эти три минерала физически различны, но химически—они тождественны.

Ученикъ. Существуютъ еще другія соединенія кальция?

Учитель. Въ безчисленномъ количествѣ. Изъ известняка получается при сильномъ накалываніи жженая известь; при обливаніи водой она нагрѣвается, вспучивается, а съ большимъ количествомъ воды даетъ известковую кашлицу; смѣшивая эту кашлицу съ пескомъ получаютъ известку. Гипсъ и цементъ тоже соединения кашлицы.

Ученикъ. О нихъ я хотѣлъ бы узнать больше того, что вы мнѣ сказали!

Учитель. Тебѣ придется повременить; иначе мы не закончимъ нашей таблицы. Теперь намъ остается еще первая группа, щелочные металлы. Посмотри, вотъ, въ этой стеклянной грубочкѣ у меня натрій.

Ученикъ. Онъ такой же бѣлый, какъ серебро. Но почему же грубочка запаяна?

Учитель. Потому что натрій уже при обыкновенной температурѣ легко соединяется съ кислородомъ воздуха. Такъ какъ въ запаянную трубочку воздухъ проникнуть не можетъ, то металлъ въ ней остается неизмѣннымъ, сохраняя свой бѣлый цвѣтъ и серебрястый блескъ. Вотъ эти сѣрые кусочки тоже натрій.

Ученикъ. Но вѣдь они имѣютъ совсѣмъ другой видъ!

Учитель. Это только на поверхности, гдѣ образовалось соединеніе съ кислородомъ. Если я удалю ножомъ верхній слой, то подъ нимъ окажется бѣлый металлъ.

Ученикъ. Но онъ сейчасъ же опять становится сѣрымъ!

Учитель. Да, онъ соединяется съ кислородомъ воздуха.

Ученикъ. Что это за жидкость, въ которой лежатъ куски натрія?

Учитель. Это обыкновенная нефть. Я уже раньше сказалъ тебѣ, что она состоитъ изъ углерода и водорода и не содержитъ кислорода. Поэтому въ ней можно сохранить натрій и такимъ образомъ предохранять его отъ соединенія съ кислородомъ.

Ученикъ. Можно ли изъ этого соединенія получить обратно натрій и кислородъ?

Учитель. Конечно. Я бросаю кусочекъ натрія на воду. Онъ нагрѣвается, плавится и бѣгаетъ по водѣ все болѣе и болѣе уменьшаясь. Поберегись, теперь послѣдуетъ небольшой взрывъ. А теперь, видишь, весь натрій исчезъ.

Ученикъ. Куда же онъ дѣлся?

Учитель. Онъ отнялъ отъ воды кислородъ и перешелъ въ окись натрія, которая растворилась въ водѣ.

Ученикъ. Эта окись встрѣчается въ природѣ?

Учитель. Нѣтъ, ее нужно готовить искусственно. Но есть другое соединеніе натрія, которое встрѣчается въ природѣ, это обыкновенная или поваренная соль.

Ученикъ. Съ чѣмъ соединенъ здѣсь натрій?

Учитель. Съ хлоромъ.

Ученикъ. Это мнѣ кажется невѣроятнымъ

Учитель. Почему?

Ученикъ. Натрій — ѣдкое вещество, хлоръ тоже, а соединеніе ихъ дастъ обыкновенную соль, которую можно ѣсть!

Учитель. Ты какъ будто забылъ, то что я тебѣ говорилъ и опять полагаешь, что элементы остаются въ соединеніяхъ какъ таковыя. Говоря, что поваренная соль есть соединеніе натрія и хлора, мы говоримъ лишь то, что изъ этихъ двухъ элементовъ можно приготовить поваренную соль и наоборотъ изъ поваренной соли оба эти элемента

Ученикъ. А это въ самомъ дѣлѣ возможно?

Учитель. Ты въ этомъ позже самъ убѣдишься.

Ученикъ. Я съ нетерпѣніемъ жду, когда я увижу и изучу всѣ эти удивительныя вещи.

Учитель. Теперь мы рассмотримъ послѣдній изъ легкихъ металловъ, калий. Вотъ стеклянная трубочка съ каліемъ.

Ученикъ. Онъ совсѣмъ похожъ на натрій.

Учитель. Да, и свойства его тѣ же. Если кусочекъ калия, который также сохраняется въ нефти, я брошу на воду, то дѣйствіе будетъ столь сильно, что появится красно-фіолетовое пламя.

Ученикъ. Калий тоже не встрѣчается въ природѣ въ видѣ металла?

Учитель. Нѣтъ! Если бы онъ гдѣ нибудь и появился, то сейчасъ же вступилъ бы въ реакцію съ водою, которая вездѣ имѣется, и превратился бы въ кислородное соединеніе.

Ученикъ. Какія соединенія калия существуютъ?

Учитель. Ихъ очень много. Изъ тѣхъ веществъ, которыя ты знаешь, я назову селитру. Затѣмъ калий образуетъ составную часть многихъ минераловъ, такъ, онъ содержится въ обыкновенномъ красномъ полевоомъ шпатѣ. Соединенія калия изъ горныхъ породъ попадаютъ въ почву, а отсюда въ растения, которыя для своей жизни нуждаются въ калии. Вотъ почему въ золахъ растений мы находимъ соединенія калия. При сжиганіи растений эти соединенія, благодаря своей нелетучести, не исчезаютъ, а остаются; водою ихъ можно извлечь изъ золы и затѣмъ испаривъ воду получить ихъ въ твердомъ со-

стоянии. Получаемая такимъ образомъ бѣлая солеобразная масса называется поташомъ.

Ученикъ. Я могъ бы это сдѣлать.

Учитель. Это очень легко; стоитъ только смѣшать древесную золу съ водой и вылить смѣсь на фильтръ. Сквозь фильтръ стечетъ прозрачная жидкость, имѣющая вкусъ мыла и при выпаривании на горячей печкѣ превращающаяся въ сѣрую или бѣлую соль. Но не забудь, что нужно взять древесную золу, а не золу отъ каменного угля, такъ какъ такая зола совсѣмъ не содержитъ поташа.

Ученикъ. Сегодня я такъ много узналъ, что, боюсь, не смогу удержать всего въ памяти.

Учитель. Все то, о чемъ мы говорили сегодня, встрѣнится намъ еще и позже, когда мы будемъ изучать соединения отдельныхъ элементовъ. Сегодня я только показала тебѣ, что со многими химическими веществами ты уже встрѣчался въ твоей жизни и знаешь ихъ. Но конечно научное знаніе объ этихъ веществахъ и ихъ свойствахъ, т. е. знаніе, которое выражается въ извѣстныхъ правилахъ, ты приобрѣтешь впоследствии.

Ученикъ. Недостатка во вниманіи и прилежаніи у меня нѣтъ.

15. Тяжелые металлы.

Учитель. Сегодня мы будемъ бесѣдовать о тяжелыхъ металлахъ. Къ нимъ относятся уже съ давнихъ поръ извѣстные металлы, какъ-то мѣдь, золото, желѣзо, олово и свинецъ.

Ученикъ. Почему эти именно металлы стали извѣстны прежде другихъ?

Учитель. Золото встрѣчается на землѣ въ свободномъ состояніи. Мѣдь, олово и свинецъ очень легко выплавляются изъ своихъ рудъ, такъ что уже въ очень отдаленныя времена умѣли ихъ получать безъ особенныхъ затрудненій. Желѣзо вошло въ употребленіе гораздо позже, такъ какъ добываніе его гораздо труднѣе. — Прежде всего составимъ таблицу тяжелыхъ металловъ, въ которую включимъ лишь важнѣйшіе изъ нихъ:

Желѣзо	Никкель	Мѣдь	Серебро	Золото
Марганецъ	Хромъ	Свинецъ	Олово	Платина
Кобальтъ	Цинкъ	Ртуть		

Ученикъ. Я знаю почти всѣ эти металлы.

Учитель. О марганцѣ ты узнаешь немного. Это металл, очень сходный съ желѣзомъ; съ кислороднымъ соединеніемъ его ты познакомился при нашихъ предыдущихъ опытахъ; оно называется пиролюзитомъ, и мы пользовались имъ для того, чтобы облегчить выдѣленіе кислорода изъ бертолетовой соли.

Ученикъ. Вѣдь кобальтъ синія краска. Развѣ она тоже элементъ.

Учитель. Нѣтъ, синія краска это соединеніе элемента кобальта. Онъ тоже сходенъ съ желѣзомъ, но лучше сохраняется на воздухѣ и не ржавѣетъ, какъ желѣзо. А никкель ты знаешь?

Ученикъ. Да грошъ называютъ никкелемъ.

Учитель. Дѣйствительно, монеты въ десять пфенниговъ слѣданы изъ никкеля. Кромѣ того изъ него изготовляется кухонная посуда. Этотъ металлъ гораздо бѣлѣе, чѣмъ желѣзо, онъ почти также бѣлъ, какъ серебро, и во влажномъ воздухѣ онъ сохраняетъ свои цвѣтъ и не ржавѣетъ. Притомъ онъ твердъ и трудно плавится; вотъ почему это довольно цѣнный металлъ.

Ученикъ. А что происходитъ съ желѣзомъ, когда оно ржавѣетъ?

Учитель. Оно соединяется съ кислородомъ воздуха и водой. Поэтому желѣзо въ сухомъ воздухѣ сохраняется лучше, чѣмъ во влажномъ.

Ученикъ. Что значитъ никкелировать?

Учитель. Это значитъ покрывать никкелемъ. Изъ растворовъ никкелевыхъ соединений можно, при помощи электрическаго тока, осадить никкель на различные металлическіе предметы. И такъ какъ никкель хорошо сохраняется на воздухѣ, то предметы, покрытые никкелемъ или „никкелированные“ также лучше сохраняются, чѣмъ предметы не никкелированные.

Ученикъ. Хрома я совершенно не знаю.

Учитель. Объ этомъ металлѣ я тебѣ скажу геперь не очень много. Онъ бѣлѣе желѣза, очень твердъ и плавится очень трудно. Многие его соединения ярко окрашены, и употребляются поэтому живописцами и красильщиками какъ матеріалъ для красокъ. Цинкъ ты знаешь?

Ученикъ. Это тотъ бѣлый или свѣтло-сѣрый металлъ, изъ котораго дѣлаются кровельные жолоба, крыши и ванны для купанія?

Учитель. Да; онъ гораздо мягче и легче плавится, чѣмъ другіе названные до сихъ поръ металлы — Обратимся теперь къ группѣ мѣди. Этотъ металлъ ты конечно хорошо знаешь.

Ученикъ. И свинецъ я знаю; онъ такой тяжелый

Учитель. Его плотность равна 11. 4 Онъ легко плавится и мягокъ. Большинство металловъ, имѣющихъ низкую температуру плавленія, мягки.

Ученикъ. И наоборотъ.

Учитель. Нѣтъ; золото и серебро довольно мягки, однако они имѣютъ очень высокую температуру плавленія. Но относительно олова это вѣрно; олово очень мягко

Ученикъ. И оно легко плавится. На новый годъ мы плавили его и затѣмъ выливали въ воду. При этомъ получались какія-то узорчатые фигуры, отчего это?

Учитель. Ты и самъ могъ бы отвѣтить. Олово плавится при 235° , что получится, если воду привести въ соприкосновение съ расплавленнымъ оловомъ?

Ученикъ. Вода начнетъ кипѣть. Теперь я понимаю; вода образуетъ паръ и какъ бы вспучиваетъ жидкій металлъ.

Учитель. Вѣрно! И металлъ, приходя въ соприкосновение съ остальной водой, застываетъ въ такомъ видѣ. Что ты знаешь о ртути?

Ученикъ. Что она жидка при обыкновенной температурѣ.

Учитель. Это единственный металлъ, имѣющій такое свойство. Но это не единственный жидкій элементъ; бромъ, вѣдь, при обыкновенной температурѣ тоже жидкость. - Серебро ты также знаешь?

Ученикъ. Да, я знаю серебряныя монеты и серебряныя чайныя ложечки,

Учитель. Ртуть и серебро принадлежать къ благороднымъ металламъ, къ нимъ же принадлежать золото и платина изъ сосѣдней группы.

Ученикъ. Почему ихъ называютъ благородными? потому что они дороги?

Учитель. Собственно не потому; существуютъ и другіе очень рѣдкіе металлы, которые гораздо дороже, но которые не называются благородными. Нѣтъ, они называются такъ потому, что и при нагрѣваніи они остаются блестящими, а не становятся черными и некрасивыми, какъ другіе металлы.

Ученикъ. Отчего же это происходитъ?

Учитель. Ты долженъ самъ отвѣтить. Вѣдь я уже сказала тебѣ, что происходитъ съ желѣзомъ, когда оно нагревается на воздухѣ.

Ученикъ. Да, оно соединяется съ кислородомъ; то же самое происходитъ и съ другими металлами. А благородные металлы развѣ не могутъ образовывать соединенийъ съ кислородомъ?

Учитель. Могутъ, они также даютъ окиси. Но эти окиси имѣютъ свойство при нагреваніи распадаться на металлъ и кислородъ. Ты уже видѣлъ это при опытахъ съ окисью ртути.

Ученикъ. Ахъ, да; окиси не могутъ образоваться при нагреваніи потому, что онѣ сейчасъ распадаются.

Учитель. Вѣрно. Для того чтобы соединить эти металлы съ кислородомъ, нужно затратить работу, а одно нагреваніе не можетъ произвести эту работу.

Ученикъ. Благородные металлы развѣ не образуютъ никакихъ соединенийъ?

Учитель. Они даютъ нѣкоторыя соединения, если ихъ обрабатывать такими веществами, которыя при соединеніи съ ними могутъ еще отдавать работу. Напр., серебро и ртуть соединяются съ сѣрой.

Ученикъ. Можно увидѣть это?

Учитель. Конечно. Я беру каплю ртути въ ступку и прибавляю немного сѣры; затѣмъ я растираю эту смѣсь. Что ты видишь?

Ученикъ. Смѣсь стала черной; образовался порошокъ, который похожъ на сажу. Что это такое?

Учитель. Это соединеніе сѣры со ртутью. — Точно также можно соединить серебро съ сѣрой. Попробуй серебрянную монету потереть сѣрой при помощи пробки.

Ученикъ. Монета стала черно-сѣрой.

Учитель. Здѣсь получилось соединеніе обоихъ элементовъ. Серебро и ртуть соединяются точно также непосредственно съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ.

Ученикъ. Значитъ относительно нихъ эти металлы не благородны?

Учитель. Нѣтъ. Но золото и платина еще болѣе благородны, такъ какъ они не соединяются съ сѣрой при растираніи.

Ученикъ. Они вообще ни съ чѣмъ не соединяются?

Учитель. Нѣтъ, они соединяются съ хлоромъ. Но при нагреваніи эти соединенія распадаются на элементы, подобно окиси ртути. — На этомъ мы сегодня закончимъ,

Ученикъ. Однако химія ужасно обширна!

16. Еще о кислородѣ.

Учитель. Сегодня мы познакомимся съ кислородомъ поближе.
Ученикъ. Да я уже знаю его.

Учитель. Ты знаешь его очень поверхностно, потому что тебѣ знакомо лишь немного изъ того, что о немъ извѣстно. Да и то, что я скажу тебѣ о немъ, есть небольшая часть всего того, что о немъ извѣстно.

Ученикъ. Но ты все знаешь о немъ?

Учитель. Нѣтъ, я думаю, что нѣтъ человѣка, который дѣйствительно зналъ бы все то, что извѣстно о кислородѣ.

Ученикъ. Я этого не понимаю; если ни одинъ человѣкъ этого не знаетъ, значить это неизвѣстно!

Учитель. Одинъ знаетъ одно, другой—другое, но ни одинъ не знаетъ всего. Загѣмъ всѣ свѣдѣнія находятся въ книгахъ, и они стѣловательно доступны всякому, кто въ нихъ нуждается. По временамъ находятся люди, которые отыскиваютъ возможно большее количество этихъ свѣдѣній, сопоставляютъ въ одной книгѣ и тѣмъ самымъ избавляютъ другихъ отъ труда рыться по разнымъ книгамъ. Но эти люди даютъ конечно только краткія извлечения; поэтому тотъ, кто почему либо хочетъ имѣть совершенно точныя свѣдѣнія о чемъ-либо, долженъ самъ просмотрѣть книги или путемъ опытовъ получить нужныя ему свѣдѣнія.

Ученикъ. А все, что написано въ книгахъ, вѣрно?

Учитель. Большей частью вѣрно, а если тамъ бываетъ что-нибудь ложное, то оно попадаетъ туда не намѣренно, а вслѣдствие того, что авторъ какъ нибудь ошибся. Самая важная и великая черта научной литературы въ томъ и заключается, что почти каждое слово въ ней есть выражение честнаго мнѣнія.

Ученикъ. Но если авторъ чего нибудь не замѣтилъ и написалъ что нибудь ложное, то ошибка остается навсегда.

Учитель. Только до тѣхъ поръ, пока не становится въ противорѣчіе съ какимъ нибудь другимъ найденнымъ фактомъ. Тогда ошибка не только сама обнаруживается, но и выясняется даже, чѣмъ она была вызвана.—Вернемся теперь къ кислороду. Ты помнишь, какъ мы его получали.

Ученикъ. Да, изъ бѣлой соли. Какъ она называлась?

Учитель. Хлорноватокислымъ калиемъ. Даѣ пятыхъ части по вѣсу этой соли приходится на кислородъ; этотъ кислородъ выдѣля-

ется при умѣренномъ нагреваніи соли, если къ ней прибавить немного окиси желѣза или перекиси марганца

Ученикъ. Ты уже говорилъ мнѣ объ этомъ раньше. Но мнѣ это кажется настолько удивительнымъ, что я хотѣлъ бы увидѣть это. Не покажешь ли ты мнѣ какимъ образомъ окись желѣза облегчаетъ выдѣленіе кислорода?

Учитель. Охотно. Я расплавляю немного хлорноватокислота въ пробиркѣ. Что ты видишь?

Ученикъ. Онъ плавится. Теперь онъ прозраченъ, какъ вода. Только поднимаются маленькіе пузырьки.

Учитель. Это стѣны кислорода. Теперь я удаляю лампу и всыпаю въ пробирку немного окиси желѣза.

Ученикъ. Шипитъ, какъ зельтерская вода. Развѣ соль при этомъ закипаетъ?

Учитель. Нѣтъ, просто выдѣляется сразу много кислорода. Если я введу въ трубку глѣющую лучинку, то она воспламенится. А это, какъ ты видишь, указываетъ на присутствіе кислорода. Ты видишь, хотя жидкая соль немного и охладилась, когда лампочка была удалена, однако выдѣленіе кислорода, послѣ прибавленія окиси желѣза, пошло гораздо быстрее.

Ученикъ. Это действительно замѣчательно. Какъ это происходитъ?

Учитель. Окись желѣза подействовала такъ, какъ масло дѣйствуетъ на заржавѣвшую машину или какъ киутъ дѣйствуетъ на лошадей.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Часто замѣчается, что многие химическіе процессы, которые сами по себѣ протекаютъ очень медленно, можно ускорить, прибавляя нѣкоторые вещества, которыя при этомъ не подвергаются замѣтнымъ измѣненіямъ. Въ настоящее время многие занимаются изслѣдованіемъ этого вопроса, стараясь узнать, отъ чего зависятъ эти ускоренія, которыя называются каталитическимъ дѣйствіемъ; и быть можетъ черезъ нѣсколько лѣтъ я буду въ состояніи дать тебѣ на этотъ счетъ опредѣленные свѣдѣнія. Пока же мы будемъ пользоваться этимъ фактомъ, какъ удобнымъ вспомогательнымъ средствомъ.

Ученикъ. Мнѣ тоже хочется попытаться узнать, что такое каталитическія дѣйствія.

Учитель. Это хорошій планъ. Но теперь мы приготовимъ кислородъ. Ты знаешь уже какъ его собираютъ. Я наполняю бу-

тылку водой и ожидаю, чтобы выделяющийся кислородъ вытѣснить воздухъ.

Ученикъ. Но при этомъ теряется немного кислорода.

Учитель. Этому нельзя помочь, если хотѣть имѣть чистый кислородъ, приходится пожертвовать небольшою его частью. Позже мы будемъ часто вслѣдствовать съ этимъ обстоятельствомъ. Теперь я начинаю нагрѣвать, и ты видишь, что очень скоро изъ трубки начинаютъ выделяться пузырьки. Затѣмъ я помѣщаю бутылку на подставку, смотри, чтобы отверстіе бутылки всегда было подъ водой, иначе въ бутылку проникнетъ воздухъ.

Ученикъ. Теперь газъ выделяется быстро!

Учитель. Да, я лучше на минуту удалю огонь. А ты пока наполни еще одну бутылку водой и держи ее наготовѣ.

Ученикъ. Какъ же я опрокину ее такъ, чтобы вода не вылилась?

Учитель. Закрой отверстіе большимъ пальцемъ.

Ученикъ. Мой палецъ слишкомъ тонокъ!

Учитель. Въ такомъ случаѣ закрой его ладонью, или картономъ, или жестью. Лучше всего взять для этого пробку.

Ученикъ. Теперь первая бутылка наполнилась кислородомъ.

Учитель. Я закрываю ее пробкой подъ водой, вынимаю и ставлю въ сторонѣ.

Ученикъ. Почему ты ставишь ее въ опрокинутомъ видѣ?

Учитель. Пробка несовѣтмъ плотно закрываетъ бутылку, и если я опрокину ее, то стоящая надъ пробкой вода плотно закроетъ отверстіе. Теперь и вторая бутылка скоро наполнится; приготовь и остальные бутылки для наполнения.

Ученикъ. Я и не думалъ, что въ такомъ небольшомъ количествѣ соли могло быть такъ много кислорода. Вотъ и шестая бутылка наполовину полна. Но теперь уже больше ничего не выделяется.

Учитель. Вѣрно! Поэтому мы выйдемъ трубку изъ воды. Иначе при охлажденіи сосуда, изъ котораго выделялся кислородъ, вода поднимется вверхъ по трубкѣ, попадетъ въ сравнительно еще горячій сосудъ и надѣлаетъ тогда бѣды.

Ученикъ. Какъ обо всемъ нужно подумать!

Учитель. Искусство производить опыты въ томъ и заключается, что такія вещи входягъ въ привычку, такъ что ихъ дѣлаешь уже машинально, не думая о нихъ. Теперь мы займемся вопросомъ,

который мы до сихъ поръ откладывали, а именно вычисленіемъ плотности кислорода.

Ученикъ Вычисленіемъ? Вѣдь раньше мы должны ее измѣрить!

Учитель Измѣренія уже сдѣланы. Для полученія кислорода я взялъ 10 гр хлорноватокислаго калия, въ немъ содержатся около 4 гр кислорода, точнѣе—3,9 грамъ. Наши бутылки вмѣщаютъ около 1 л. либра или 500 куб. сант.; ты это видишь по числу 500, которымъ помѣчено дно бутылки. Значить мы получили немного меньше 3 литровъ кислорода; каждый литръ вѣситъ круглымъ числомъ 1,43 гр или каждый кубическій сантиметръ вѣситъ 0,00143 гр. Слѣдовательно плотность кислорода и есть 0,00143.

Ученикъ. Я не думалъ, что это можно такъ легко сдѣлать.

Учитель. Мы сдѣлали это легко, но неточно. Я хотѣлъ тебѣ только показать путь, какимъ можно опредѣлить величину плотности, и только что сдѣланное нами измѣреніе конечно не можетъ служить образцомъ настоящихъ точныхъ измѣреній.

Ученикъ. Еще одно, ты хотя и сказалъ мнѣ, что въ 10 грамъ хлорноватокислаго калия содержится 3,9 гр. кислорода, но не сказалъ, какъ это можно узнать.

Учитель. Это нетрудно; ты долженъ свѣсить пробирку съ хлорноватокислымъ каменемъ сначала до нагрѣванія и затѣмъ послѣ нагрѣванія.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю, уменьшеніе вѣса должно быть равно вѣсу выдѣлившася кислорода.

Учитель. Конечно, вотъ тебѣ случай, примѣненія закона сохранения вѣса.

Ученикъ. Значить я примѣнилъ законъ природы, самъ этого не зная. Къ чему же выводить и заучивать законы природы, если ихъ и безъ того можно правильно примѣнять?

Учитель. Подобное примѣненіе—только случайность; такъ же легко можно сдѣлать и ложное примѣненіе. Для того чтобы оградить себя отъ послѣдняго, нужно точно выразить и сознательно примѣнять законъ. Теперь тебѣ это кажется затруднительнымъ; позже, если наши занятія будутъ имѣть такой результатъ, какого я ожидаю, ты почувствуешь необходимость видѣть въ каждомъ новомъ фактѣ съ которымъ ты познакомишься, лишь особый случай закона природы.

Ученикъ. Я не знаю, подвинусъ ли я такъ далеко.

Учитель. Пока мы еще займемся кислородомъ. Когда мы собирали его надъ водой, ты ничего особеннаго не замѣтилъ?

Ученикъ. Нѣтъ.

Учитель. Пузырьки кислорода подымались въ водѣ вверхъ, не уменьшаясь. Это доказываетъ, что кислородъ нерастворимъ или мало растворимъ въ водѣ.

Ученикъ. Развѣ газы могутъ растворяться въ водѣ?

Учитель. Конечно! Зельтерская вода представляетъ собою такой растворъ. Пока эта вода находится въ бутылкѣ, она совершенно прозрачна, но когда ты ее выливаешь, то растворенный въ ней газъ начинаетъ выдѣляться.

Ученикъ. Да, я это видѣлъ. Но почему газъ при выливаніи выдѣляется?

Учитель. Газы тѣмъ больше растворяются въ водѣ и въ другихъ жидкостяхъ, чѣмъ давленіе больше. Въ бутылкѣ растворъ находится подъ довольно большимъ давленіемъ; когда же бутылку открываютъ, давленіе прекращается, и растворенный газъ стремится выйти вонъ изъ воды.

Ученикъ А. вотъ какъ; поэтому вода шумить и пѣнится. А что это за газъ?

Учитель. Это двуокись углерода, тотъ самый газъ, который образуется при горѣніи угля на воздухѣ или въ кислородѣ. Мы позже познакомимся съ нимъ.

Ученикъ. Значитъ дымомъ можно пользоваться для добыванія зельтерской воды!

Учитель. Нѣтъ, потому что въ дымѣ газъ смѣшанъ съ азотомъ воздуха и другими скверно пахнущими продуктами горѣнія угля.

Ученикъ. Да я только пошутилъ.

Учитель. Объ этомъ можно и серьезно говорить. Если бы двуокись углерода была дорого стоящимъ веществомъ, то навѣрное уже стали бы думать надъ тѣмъ, чтобы добыть ее изъ дыма въ чистомъ видѣ, отдѣливъ отъ другихъ веществъ, находящихся тамъ. Но такъ какъ каждое подобное отдѣленіе требуетъ труда и денегъ, то прежде всего въ такихъ случаяхъ задаютъ себѣ вопросъ: нельзя ли получить то же самое вещество другимъ путемъ легче и дешевле? Отъ удачнаго рѣшенія этого вопроса зависитъ большая часть химической промышленности. Вернемся однако къ кислороду. Онъ очень мало растворяется въ водѣ, въ то время какъ опредѣленный объемъ воды поглощаетъ такой же объемъ двуокиси углерода, та же вода поглощаетъ $\frac{1}{50}$ часть по объему кислорода.

Ученикъ. А если увеличить давленіе?

Учитель. Дѣло отъ этого не измѣнится. Если увеличивается давление на газъ, то въ томъ же пространствѣ его больше вмѣщается и настолько же больше его растворяется въ водѣ, слѣдовательно, объемныя отношенія остаются тѣ же самыя. Но растворимость газа измѣняется вмѣстѣ съ температурой: чѣмъ температура выше, тѣмъ менѣе газъ растворяется. Что ты замѣчаешь, когда свѣжую воду изъ источника оставить на долгое время въ комнатѣ?

Ученикъ. Ты хочешь сказать о тѣхъ маленькихъ пузырькахъ воздуха, которые садятся на стѣнкахъ стакана?

Учитель. Да, именно о нихъ. Когда холодная вода, которая насыщена газами, согрѣвается, то часть газа должна выдѣлиться, она и выдѣляется въ видѣ пузырьковъ, которые мало по малу увеличиваются и поднимаются вверхъ. До сихъ поръ мы имѣли дѣло съ кислородомъ, собраннымъ въ бутылкѣ, и мы изучали, что съ нимъ происходитъ, если его привести въ соприкосновение съ другими веществами. Теперь мы изучимъ его въ свободномъ состоянii.

Ученикъ. Это очень любопытно.

Учитель. Ты знаешь, что онъ образуетъ составную часть воздуха, а именно дѣятельную его часть. Другая составная часть называется азотомъ; въ этомъ газѣ животныя не могутъ жить и пламя тухнетъ. Такъ какъ воздухъ проникаетъ всюду, то вмѣстѣ съ нимъ и кислородъ проникаетъ всюду, и можетъ, слѣдовательно, соединяться съ тѣми веществами, которыя встрѣчаетъ на пути. Такъ обстоитъ дѣло съ тѣхъ поръ, какъ наша земля находится въ условiяхъ, похожихъ на теперешнiя условiя, т. е. въ течение многихъ тысячелѣтiй. А вслѣдствие этого вездѣ на земной поверхности встрѣчаются соединения разныхъ элементовъ съ кислородомъ. Большая часть окружающихъ насъ веществъ содержитъ кислородъ. Соединенiя элементовъ съ кислородомъ называются окисями.

Ученикъ. Откуда происходитъ это названiе?

Учитель. Отъ названiя *oxigenum*, такъ раньше называли кислородъ.—Это слово греческаго происхожденiя и обозначаетъ то же самое, что слово кислородъ.

Ученикъ. Почему этому элементу дали такое смѣшное названiе? Вѣдь онъ не кислый.

Учитель. Онъ входитъ въ составъ многихъ кислыхъ веществъ. Раньше полагали, что отъ его присутствiя зависитъ то обстоятельство, что эти вещества кислы, но позже оказалось, что это невярно.

Ученикъ. Почему же сохранили неправильное названiе?

Учитель. Мы теперь съ этимъ названіемъ не связываемъ представления о способности обуславливать своимъ присутствіемъ кислыя свойства веществъ, поэтому оно никого не можетъ ввести въ заблужденіе. Вернемся однако къ сути дѣла. Ты знаешь, что мы сжигаемъ горючія вещества не только для того, чтобы нагрѣть зимой наши жилища, но также и для того, чтобы привести въ дѣйствіе наши машины, передвигать тяжести и вообще совершать всякаго рода работу. Горѣніе состоитъ въ соединеніи съ кислородомъ, какимъ же образомъ оно можетъ производить работу?

Ученикъ О, я это знаю изъ предыдущихъ уроковъ. Горѣніе есть химическій процессъ, при которомъ освобождается работа или энергія.

Учитель. Я очень радъ, что ты запомнилъ это. За то я дамъ тебѣ интересную загадку. Почему не сгораютъ уголь, который лежитъ у насъ въ погребѣ.

Ученикъ. Потому что мы его тамъ не зажигаемъ.

Учитель. Въ чемъ же состоитъ зажиганіе?

Ученикъ. Въ томъ, что мы сжигаемъ другія вещества возлѣ угля, пока онъ самъ не начинаетъ горѣть.

Учитель. Этотъ отвѣтъ не можетъ вполне удовлетворить тебя. Какое дѣло углю до того, что рядомъ съ нимъ горятъ другія вещества?

Ученикъ. Да, какъ, погоди, теперь я знаю. Уголь нагрѣвается и затѣмъ загорается.

Учитель. Такъ, вѣрно. Значитъ горячій уголь соединяется съ кислородомъ, а холодный не соединяется; поэтому уголь горитъ въ печи, но не горитъ въ погребѣ. Нерѣдко, однако, случается, что уголь, сложенный въ большія кучи, загорается самъ собою, безъ посторонней помощи. Такая куча внутри всегда болѣе горяча, чѣмъ снаружи, и если своевременно не раскидать этой кучи для охлажденія, то она наконецъ загорится.

Ученикъ. Я этого не понимаю. Откуда же берется тепло?

Учитель. Вопросъ правильный. Оно берется оттого, что уголь горитъ.

Ученикъ. Вѣдь онъ загорается уже позже!

Учитель. Нѣтъ, уголь постоянно горитъ. Но это горѣніе при низкой температурѣ совершается такъ медленно, что температура поднимается очень незначительно, и при этомъ не замѣчается ни паровъ, ни накаливанія. Когда уголь сложенъ въ кучу, образующееся внутри кучи тепло не можетъ быстро разсѣиваться, и темпе-

ратура вслѣдствіе этого поднимается. Тогда горѣніе происходитъ быстрѣе, температура еще болѣе повышается, и наконецъ становится столь высокой, что уголь накаливается и воспламеняется.

Ученикъ. Я не могу себѣ представить, чтобы уголь дѣйствительно могъ горѣть въ погребѣ.

Учитель. Я напому тебѣ кое о чемъ другомъ. Что становится съ древеснымъ стволомъ, когда онъ лежитъ на воздухѣ?

Ученикъ. Онъ остается тѣмъ, чѣмъ былъ.

Учитель. Нѣтъ, не такъ. Когда дерево долго лежитъ, оно истлѣваетъ. Ты знаешь, что это значитъ?

Ученикъ. Дерево становится рыхлымъ и легкимъ.

Учитель. Да, и при этомъ оно все уменьшается и наконецъ совершенно исчезаетъ.

Ученикъ. Куда же оно дѣвается?

Учитель. Оно сгораетъ. Если дерево защищено отъ дѣйствія кислорода, оно такъ не измѣняется.

Ученикъ. Но какъ же можно назвать это горѣніемъ, когда нѣтъ никакого пламени?

Учитель. Горѣніе въ химическомъ смыслѣ это—соединение съ кислородомъ, все равно—есть-ли при этомъ пламя, или его нѣтъ. Въдѣ пламя или вообще явленіе накаливанія появляется только тогда, когда температура поднимается достаточно высоко, но крайней мѣрѣ до 500°; ниже этой температуры тѣла не могутъ накалиться и испускать свѣтъ. А поднимется ли температура такъ высоко или нѣтъ, зависитъ не отъ химическаго процесса, а отъ того, будетъ ли выделяющаяся при процессѣ теплота задерживаться какимъ нибудь образомъ на мѣстѣ выделения или же будетъ легко разсѣиваться.

Ученикъ. Много ли такихъ горѣній безъ свѣта и безъ теплоты?

Учитель. Очень много; но эти „темныя горѣнія“ вовсе не происходятъ безъ выдѣленія теплоты; они выдѣляютъ ровно столько же теплоты, сколько ея выдѣлялось бы при такомъ же горѣніи съ пламенемъ. При каждомъ процессѣ важно лишь то, чтобы начало и конецъ его были одинаковы, тогда выделяющееся при этомъ количество тепла остается однимъ и тѣмъ же, все равно продолжается ли процессъ долгое или короткое время.

Ученикъ. Но если уголь сильно горитъ въ печи, то въдѣ печь станетъ теплѣе.

Учитель. Количество теплоты, получающееся при горѣнии опредѣленнаго количества угля, остается всегда однимъ и тѣмъ же. Но если ты въ то же самое время сжигаешь больше угля, ты сообщашешь печкѣ больше теплоты и она дѣлается горячѣе.

Ученикъ. Все же я не совсѣмъ это понимаю.

Учитель. Печь съ одной стороны получаетъ тепло отъ сжигаемаго угля, съ другой стороны теряетъ его, согревая комнату. Это значитъ похоже на то, какъ если бы вода притекала въ ведро съ отверстиемъ въ днѣ. Чѣмъ быстрѣе вода притекаетъ, тѣмъ выше уровень ея въ ведрѣ, но это совсѣмъ не зависитъ отъ всего количества воды, которое протекаетъ черезъ ведро (въ отверстие).

Ученикъ. Да, теперь я понялъ. Въ случаѣ глѣющаго дерева вода такъ сказать настолько медленно притекаетъ въ ведро, что ее трудно замѣтить. Но какъ же можемъ знать, что здѣсь дѣйствительно получается столько же тепла, сколько получается при обыкновенномъ горѣннѣ.

Учитель. Это выводится изъ закона, что энергія никогда не исчезаетъ и не создается изъ ничего. Этотъ законъ провѣрялся и оправдывался въ различныхъ случаяхъ столько разъ, что его споконно можно примѣнять и въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ его еще не провѣряли.

Ученикъ. Но развѣ невозможно, чтобы онъ оказался въ какомъ нибудь случаѣ ложнымъ?

Учитель. Конечно, это возможно. Но въ такомъ случаѣ примѣненіе закона приведетъ къ противорѣчіямъ, и ошибка скоро станетъ очевидной. Ты знаешь какую роль воздухъ играетъ для животныхъ?

Ученикъ. Они не могутъ жить безъ воздуха. Я поэтому и дѣлаю отверстія въ бумагѣ, которой закрываю свои склянки съ гусеницами.

Учитель. Но вѣдь въ склянкахъ уже имѣется воздухъ. Въ такомъ случаѣ отверстія лишніи.

Ученикъ. Животнымъ нуженъ всегда свѣжій воздухъ.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Да, я такъ училъ. И человѣкъ нуждается въ свѣжемъ воздухѣ, если онъ хочетъ быть здоровымъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Все дѣло здѣсь въ томъ, чтобы животныя и человѣкъ получали достаточно кислорода. Дыханіе состоитъ въ томъ, что кислородъ воздуха поступаетъ въ легкія, тамъ принимается кровью и разносится по всему тѣлу.

Ученикъ. Что онъ тамъ дѣлаетъ?

Учитель. Сжигаетъ тѣло.

Ученикъ. Это конечно шутка?

Учитель. Нисколько. Въ тѣлѣ происходитъ то, что я говорилъ тебѣ раньше объ углѣ въ погребѣ и о глѣющемъ деревѣ. Отдѣльные вещества тѣла соединяются съ кислородомъ, конечно не такъ быстро, какъ горящее дерево.

Ученикъ. Отъ этого, можетъ быть, происходитъ теплога тѣла.

Учитель. Конечно Мертвый человѣкъ уже не дышетъ, и тѣло его поэтому становится холоднымъ. Но горѣние служить не только для нагреванія. Тѣло производитъ всякаго рода работу, которая должна быть взята откуда нибудь, такъ какъ она не можетъ создаваться изъ ничего. И эта работа или энергія создается горѣниемъ.

Ученикъ. Значитъ и мое, и твое тѣло должны были бы мало по малу сгорѣть.

Учитель. Да, если бы имъ не доставлялся постоянно новый горячій матеріалъ. Этотъ матеріалъ — пища.

Ученикъ. Следовательно я могъ бы питаться деревомъ и углемъ.

Учитель. Да, если бы ты могъ ихъ переваривать, т. е. если бы твой желудокъ былъ въ состояннн перевести эти вещества въ растворимыя соединенія, которые уносились бы соками тѣла въ тѣ мѣста, гдѣ они встрѣчаются съ кислородомъ. Впрочемъ, коровы напримѣръ, могутъ переваривать и дерево, если оно дается имъ въ хорошо размоленномъ состояннн. Вещества, изъ которыхъ состоятъ трава и сѣно, немногими отличаются отъ дерева.

Ученикъ. Питательныя вещества сгораютъ въ легкихъ?

Учитель. Ты полагаешь это потому, что воздухъ при дыханнн поступаетъ въ легкія? Нѣтъ, въ легкіяхъ кислородъ воздуха впитывается кровью, а оттуда по кровеноснымъ сосудамъ разносится во все тѣло. Тамъ онъ встрѣчается съ растворенными пищевыми веществами и сжигаетъ ихъ. Но питательныя вещества имѣютъ и другое назначеніе, они идутъ на возстановленіе изношенныхъ частей тѣла. Если ты сравнишь тѣло съ паровой машиной, то пищевыя вещества будутъ играть роль не только угля, которымъ топятъ, но и металла, который идетъ на починку машины.

Ученикъ. Это у всѣхъ животныхъ такъ, или только у теплокровныхъ.

Учитель. Ты думаешь, что у холоднокровныхъ дѣло обстоитъ не такъ, потому что они не выделяютъ теплоты? Это неправильно, потому что и эти животныя теплѣе окружающей ихъ среды и также дышать. Всѣ животныя уже по тому одному пугаются въ пищу и кислородъ, что помимо тепла, имъ нужно производить разнаго рода работу, напр движеніе.

Ученикъ. Но растения не движутся, что же происходитъ у нихъ?

Учитель. Для растений существуютъ совсѣмъ особыя условія, которыхъ ты теперь еще не поймешь. Позже мы вернемся къ нимъ, и тогда ты сможешь охватить такъ сказать всѣ эти вещи въ ихъ взаимной связи.

Ученикъ. Сегодня я узналъ много интереснаго!

17. Водородъ.

Учитель. Сегодня у насъ будетъ рѣчь о водородѣ. Ты знаешь, почему онъ такъ названъ?

Ученикъ. Потому что онъ находится въ водѣ.

Учитель. Не совсѣмъ правильно, потому что его можно получить изъ воды. Водородъ—составная часть воды, какія еще составныя части содержитъ вода?

Ученикъ. Ты, кажется, уже говорилъ кислородъ.

Учитель. Вѣрно! Вода состоитъ изъ кислорода и водорода, т. е. изъ этихъ двухъ элементовъ можно получить воду, а изъ воды можно получить эти два элемента. Какъ ты думаешь, какимъ образомъ, можно получить изъ воды водородъ?

Ученикъ. Я навѣрное не знаю. Можетъ быть, если нагрѣть воду, то она распадется на свои два элемента, какъ окись ртути распадается на свои составныя части.

Учитель. Это хорошая мысль. Но ты уже знаешь, что дѣлается съ водой при нагреваніи.

Ученикъ. Она обращается въ паръ.

Учитель. Такъ. Но вѣдь паръ это-та же вода только въ другомъ состояніи.

Ученикъ. Можетъ быть, нужно нагрѣть сильнѣе.

Учитель. Ты угадалъ, если очень сильно нагрѣть паръ, то онъ отчасти распадается на кислородъ и водородъ. Но если затѣмъ охладить смѣсь, то они опять соединяются, образуя воду, и только при помощи особыхъ приспособленій можно доказать, что такое распа-

ление происходитъ въ дѣйствительности. Да и кромѣ того мы получаемъ такимъ образомъ лишь смѣсь кислорода и водорода, а раздѣлить такую смѣсь — задача нелегкая.

Ученикъ. Значитъ нужно постараться какъ нибудь удержать кислородъ. Нельзя ли сдѣлать его жидкимъ, какъ ртуть при разложеніи окиси ртути?

Учитель. Для этого нужно было бы охладить смѣсь ниже 180°C . Но это неудобный способъ. Я укажу тебѣ на другой мы удалимъ кислородъ не какъ элементъ, а какъ соединеніе съ какимъ нибудь другимъ элементомъ, и выберемъ для этого такой элементъ чтобы его соединеніе съ кислородомъ не было летучимъ.

Ученикъ. Я не совѣмъ понимаю.

Учитель. Я сейчасъ объясню тебѣ, въ чемъ дѣло. Мы пропустимъ водяной паръ надъ раскаленнымъ желѣзомъ. Ты знаешь, что желѣзо охотно соединяется съ кислородомъ.

Ученикъ. Да, оно сгорало въ немъ и разбрасывало такія красивыя искры!

Учитель. Такъ вотъ желѣзо дѣйствуетъ на водяной паръ, такъ, что отнимаетъ отъ него кислородъ, образуя окись желѣза; водородъ же выделяется при этомъ въ свободномъ состояніи. Окись желѣза — твердое тѣло даже при высокой температурѣ и остается поэтому въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ было желѣзо; а водородъ, какъ газъ, уходитъ дальше, и его можно собрать надъ водой, какъ мы собирали кислородъ.

Ученикъ. Все таки мнѣ это кажется удивительнымъ.

Учитель. Я приведу тебѣ сравненіе. Кислородъ это — кость, которою завладѣла кошка — водородъ. Затѣмъ появляется собака желѣзо и отнимаетъ у кошки кость, кошка водородъ убѣгаетъ, лишившись кости.

Ученикъ. Значитъ желѣзо сильнѣе водорода и потому оно отнимаетъ у него кислородъ!

Учитель. Такъ приблизительно смотрѣли на дѣло прежніе химики, и ты можешь пока довольствоваться такимъ сравненіемъ. Позже, когда ты будешь болѣе знакомъ съ химіей, ты получишь и болѣе точное представленіе объ этихъ вещахъ.

Ученикъ. Я могу видѣть этотъ опытъ?

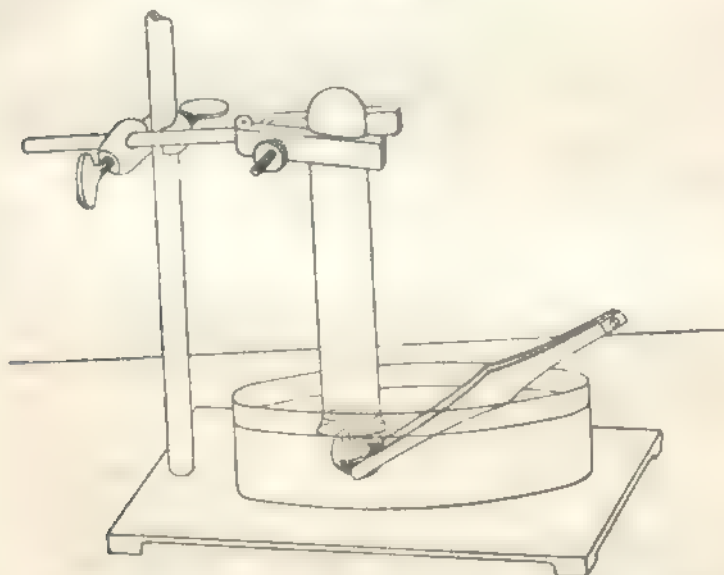
Учитель. Его не такъ просто можно сдѣлать, какъ мы дѣлали предыдущіе опыты, такъ какъ для него требуется довольно сильное нагрѣваніе. Лучшее всего наполнить кусокъ желѣзной газопроводной трубы пучками желѣзной проволоки, накаливъ эту трубу по

серединѣ и пропустить черезъ нее паръ изъ колбы съ кипящей водой. Къ другому концу трубы нужно придѣлать стеклянную трубку, и подвести ее подъ опрокинутую надъ водой бутылку. тогда пузырьки газа будутъ подыматься и собираться въ бутылкѣ, какъ это было, когда мы собирали кислородъ.

Ученикъ. Жалко, что я этого не увижу.

Учитель. За то я покажу тебѣ другой опытъ, при которомъ ты увидишь нечто подобное. Ты помнишь, что въ поваренной соли содержится одинъ элементъ — металлъ, который называется натріемъ. Вотъ здѣсь у меня небольшой кусокъ этого металла. Я уже показывалъ тебѣ, что онъ жадно соединяется съ кислородомъ при обыкновенной температурѣ и даже отнимаетъ его у воды. Я беру кусочекъ натрія, величиной въ персичное зерно, заворачиваю его въ фильтровальную бумагу и при помощи щипцовъ помѣщаю его подъ опрокинутую надъ водой пробирку (фиг. 23).

Рис. 23.



Ученикъ. Натрій уходитъ изъ бумаги! Онъ какъ будто закипаетъ, и въ пробиркѣ собирается что-то, похожее на воздухъ.

Учитель. Натрій дѣлаетъ то же самое, что, какъ я тебѣ раньше говорилъ, сдѣлало бы желѣзо, но онъ это дѣлаетъ при обыкновенной температурѣ и много скорѣе. Онъ отнимаетъ у воды кислородъ, а водородъ становится свободнымъ.

Ученикъ. А зачѣмъ ты завернулъ его въ бумагу?

Учитель. Иначе его трудно было бы внести въ трубку, такъ какъ онъ выскользнулъ бы изъ щипцовъ. Вѣдь онъ сейчасъ же при внесеннн въ воду нагрѣвается и плавится. Такъ какъ мы получили лишь немного водорода, я еще разъ повторю опытъ, и ты заметишь, что натрій вращается на водѣ въ видѣ жидкаго шарика.

Ученикъ. Почему ты сразу не взялъ больше натрія?

Учитель. Потому что опытъ несомнѣнно безопасенъ, если брать большіе куски. Часто въ натріѣ находятся примѣси благодаря которымъ происходитъ взрывъ. Поэтому нужно брать всегда небольшія количества, при которыхъ взрывъ не опасенъ. Замѣть это себѣ на тотъ случай, если ты захочешь самъ произвести опытъ.

Ученикъ. Такъ, но скажи же мнѣ, куда дѣлосъ, то соединеніе натрія съ кислородомъ, которое должно было образоваться?

Учитель. Правильный вопросъ! Ну, такъ, какъ этого соединенія нѣтъ ни на водѣ, ни подъ водой, то гдѣ оно можетъ быть?

Ученикъ. Въ водѣ? Но вѣдь она остается прозрачною!

Учитель. Совершенно вѣрно! Значитъ какимъ свойствомъ должно обладать соединеніе? Вспомни наши первыя бесѣды о сахарѣ и мѣдномъ купоросѣ!

Ученикъ. Я знаю! Оно растворилось!

Учитель. Вѣрно. Чтобы ты убѣдился въ этомъ, возьми немного этой воды въ ротъ!

Ученикъ. Фу! Какъ мыло.

Учитель. Вотъ у тебя и реакція на получившееся соединеніе. Но мы займемся имъ позже; пока же изучимъ ближе водородъ. Каковъ онъ на видъ?

Ученикъ. Какъ воздухъ.

Учитель. Да, водородъ—бесцвѣтный газъ. Я вынимаю теперь грубку изъ воды, закрывъ предварительно отверстие пальцемъ, затѣмъ приближаю ее къ пламени и открываю отверстие. Что ты видишь?

Ученикъ. Водородъ какъ будто горитъ. Но пламя очень блѣдное.

Учитель. Водородъ—горючій газъ. Теперь, для того чтобы изучить другія его свойства, мы должны опять помѣстить натрій подъ

грубкой; но это длинная исторія. Я лучше покажу тебѣ другой способъ получения водорода, при помощи котораго легко можно получить большія количества его. Для этой цѣли мы возьмемъ другія соединения водорода, которыя отдадутъ его еще легче, чѣмъ вода. Къ такимъ соединениямъ принадлежитъ соляная кислота или хлористый водородъ, она состоитъ, какъ показываетъ второе названіе, изъ двухъ элементовъ—хлора и водорода.

Ученикъ. Это тотъ же самый хлоръ, который находится въ поваренной соли?

Учитель. Конечно, есть только одинъ родъ хлора. Вотъ здѣсь растворъ хлористаго водорода въ водѣ, который продается въ аптекарскихъ складахъ подъ названіемъ соляной кислоты.

Ученикъ. Онъ имѣетъ видъ воды.

Учитель. Но это не вода. Я наливаю нѣсколько капель раствора въ стаканъ и доливаю его наполовину водой; попробуй-ка!

Ученикъ. И это такъ отирательно на вкусъ какъ раньше!

Учитель. Нѣтъ, это имѣетъ совсѣмъ другой вкусъ.

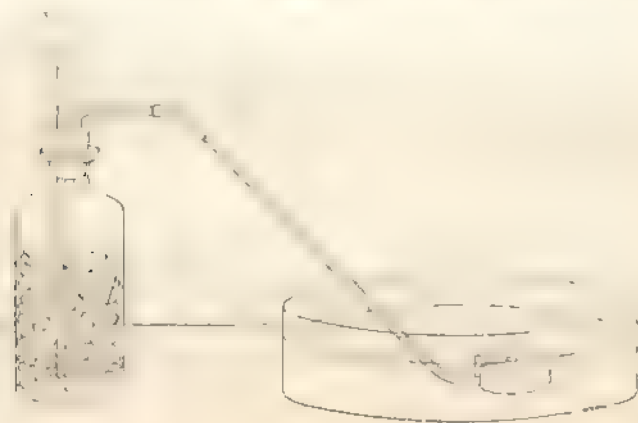
Ученикъ. Да теперь вкусъ кислый. Но не очень приятный, онъ производитъ оскормину на зубахъ.

Учитель. Такъ какъ это вещество имѣетъ кислый вкусъ, то и называется кислотой.

Ученикъ. Почему ты прилил такъ много воды?

Учитель. Потому что крѣпкая соляная кислота ядовита, а разбавленная неядовита; то, что ты называлъ оскорминой на зубахъ,

Рис. 21.



происходить оттого, что соляная кислота дѣйствуетъ отчасти на вещество зубовъ. Сдѣлаемъ теперь опытъ. Въ этой бутылкѣ находятся обрѣзки цинковой жести, которые имѣются у любого жестянщика. Я вставляю въ бутылку пробку съ двумя отверстиями. Черезъ одно отверстие проходитъ до дна бутылки трубка, которая заканчивается изверху воронкой. черезъ другое отверстие проходитъ короткая стеклянная согнутая трубка, я соединяю ее при помощи кусочка каучуковой трубки съ газопроводной трубкой, которой я уже пользовался для собиранія кислорода (фиг. 24). Затѣмъ черезъ воронку вливаю соляную кислоту, и, ты видишь, газъ сейчасъ же начинаетъ выдѣляться.

Ученикъ. Поставь же бутылку, чтобы собрать газъ!

Учитель. Нѣтъ, раньше я соберу газъ въ пробирку. Вотъ первая пробирка уже полна; и подношу ее къ огню; что происходитъ?

Ученикъ. Ничего; это еще воздухъ изъ бутылки!

Учитель. Вѣрно. Я повторяю опытъ.

Ученикъ. Вотъ выстрѣлило!

Учитель. Я беру еще нѣскольکو пробъ. Сначала происходитъ выстрѣлы. затѣмъ газъ горитъ совершенно спокойно, какъ горѣлъ водородъ, который мы получили изъ воды при дѣйствіи натрія. Теперь мы можемъ собрать газъ въ бутылки; а когда газъ начнетъ выдѣляться слабо, мы прильемъ еще немного соляной кислоты и выдѣленіе усилится.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ все это!

Учитель. Охотно. Сначала объ образованіи водорода изъ хлористаго водорода и соляной кислоты. Это совершенно то же, что и образованіе водорода изъ воды и жезъза. Хлоръ охотнѣе соединяется съ цинкомъ, чѣмъ съ водородомъ, поэтому онъ оставляетъ водородъ и переходитъ къ цинку, водородъ же дѣлается свободнымъ. Удобство заключается въ томъ, что это происходитъ уже при обыкновенной температурѣ и что не приходится имѣть дѣло съ такимъ опаснымъ металломъ, какъ натрій.

Ученикъ. Я это понимаю. Но что это были за выстрѣлы?

Учитель. Смотри, вотъ у меня пробирка, наполовину наполненная водой. Я закрываю ее пальцемъ и опрокидываю отверстиемъ въ воду, значить половина пробирки наполнена воздухомъ. Вторую половину я заполняю тѣмъ водородомъ, который уже не стрѣляетъ болѣе. Если я поднесу теперь къ пламени пробирку со смѣсью водорода и воздуха.

Ученикъ. Чортъ возьми, опять выстрѣлило!

Учитель. Ты значить видишь, что смѣсь воздуха и водорода взрываетъ, тогда какъ чистый водородъ не взрываетъ. Если зажечь такую смѣсь въ бутылкѣ, то ее разорветъ, а осколки ея могутъ сильно поранить. Такъ какъ въ нашей бутылкѣ, въ которой мы добывали водородъ, находился сначала воздухъ, то прежде всего образовалась эта опасная смѣсь, и лишь послѣ того какъ воздухъ былъ вытѣсненъ водородомъ, послѣдній сталъ выдѣляться изъ бутылки въ чистомъ видѣ. Поэтому и приходится, когда пускаютъ въ ходъ аппаратъ для добыванія водорода, раньше всегда пробовать, какъ я показываю тебѣ, и собирать водородъ только тогда, когда онъ спокойно сгораетъ.

Ученикъ. Значитъ, взрывъ это реакція на воздухъ въ водородѣ. А почему онъ взрываетъ?

Учитель. Такъ какъ горючій водородъ во всѣхъ своихъ точкахъ смѣшанъ съ кислородомъ, который нуженъ для горѣнія, то пламя, возникшее въ одномъ какомъ нибудь мѣстѣ, можетъ сразу распространиться по всей массѣ. Когда же чистый водородъ сгораетъ на воздухѣ, то соединеніе его съ кислородомъ происходитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ газы касаются другъ друга и смѣшиваются. Форма поверхности, на которой это происходитъ, есть форма пламени. Можешь ты сказать мнѣ теперь, почему спокойно горящее пламя, напр. пламя свѣчи, бываетъ конусообразнымъ?

Ученикъ. Данъ-ка подумать. Да, по мѣрѣ того какъ горящій газъ поднимается вверхъ и сгораетъ его становится все меньше и огонь долженъ становиться уже.

Учитель. Правильно. Вернемся однако къ водороду. Я наполнию водородомъ двѣ пробирки и ставлю одну отверстиемъ вверхъ, а другую отверстиемъ внизъ. Изъ какой пробирки водородъ исчезнетъ и въ какой онъ останется?

Ученикъ. Разъ ты спрашиваешь, значитъ здѣсь какая нибудь хитрость, и то, что кажется правильнымъ на первый взглядъ, на самомъ дѣлѣ должно быть неправильно. Поэтому я скажу не такъ, какъ мнѣ кажется, а наоборотъ: водородъ остается въ той пробиркѣ, которая обращена отверстиемъ внизъ.

Учитель. Посмотримъ. Сначала я подношу къ пламени ту трубку, которой отверстие было обращено вверхъ, и пробую зажечь содержимое ея. Оно не загорается, а когда я вношу въ эту трубку горящую лучину, она спокойно продолжаетъ горѣть въ ней, значитъ тамъ находится воздухъ. Возьмемъ теперь другую трубку, я подношу ее въ горизонтальномъ положеніи къ пламени.

Ученикъ. Да, тутъ водородъ: онъ горитъ. Однако это удивительно.

Учитель. Вспомни, что я говорилъ тебѣ о плотности водорода?

Ученикъ. Что это—самое легкое изъ всѣхъ веществъ. Но все же онъ имѣетъ вѣсъ и долженъ поэтому падать. А, теперь я знаю: онъ легче воздуха, и поэтому онъ подымается въ воздухѣ наверхъ, какъ пробка въ водѣ. Но въ пустомъ пространствѣ—онъ долженъ вѣдь падать?

Учитель. Да, если бы онъ былъ твердымъ или жидкимъ тѣломъ. Газъ распространяется въ пустомъ пространствѣ до тѣхъ поръ, пока не заполнитъ его совершенно и равномерно. Понялъ ты теперь опытъ?

Ученикъ. Конечно, водородъ хочетъ въ воздухѣ подниматься вверхъ, и если отверстие наверху, онъ это дѣлаетъ, а если отверстие направлено внизъ, онъ долженъ остаться въ трубкѣ.

Учитель. Правильно; въ награду за то, что ты понялъ, я покажу тебѣ еще другой красивый опытъ, который даже лучше уяснить тебѣ дѣло. Здѣсь я приготовилъ мыльную воду. На мой аппаратъ для добыванія водорода я надѣваю гуттаперчевую трубку, въ нее вдѣта стеклянная трубка, въ которую положено немного ваты; конецъ этой трубки я опускаю въ мыльную воду.

Ученикъ. Аппаратъ умѣетъ дѣлать мыльные пузыри!

Учитель. Да; вотъ образовался большой пузырь; онъ отдѣляется и быстро поднимается вверхъ, какъ воздушный шаръ.

Ученикъ. О, какъ это красиво! Но зачѣмъ ты воткнулъ вату въ трубку?

Учитель. Водородъ увлекаетъ съ собой очень много мельчайшихъ капелекъ кислоты, и если такая капля падаетъ въ мыльный пузырь, то онъ лопнетъ. Вага задерживаетъ капли, такъ что онъ не попадаетъ въ пузыри.

Ученикъ. А въ тѣхъ резиновыхъ шарахъ, которыя продаются на ярмаркѣ, тоже заключается водородъ?

Учитель. Да.

Ученикъ. Я имѣлъ одинъ такой шаръ, въ первый день онъ поднимался какъ слѣдуетъ, во второй день слабѣе, а позже онъ совсѣмъ не поднимался. Развѣ водородъ сталъ въ немъ тяжелѣе?

Учитель. Нѣтъ, но водородъ не можетъ долго сохраниться въ резиновой оболочкѣ: онъ выходитъ наружу, а на его мѣсто входитъ немного воздуха.

Ученикъ. Ахъ, такъ; поэтому шаръ становится гораздо меньше. Я думалъ было, что шаръ нехорошо завязанъ, но оказалось, что онъ прочно сдѣланъ.

Учитель. Вѣрно, поэтому нехорошо долго сохранять водородъ въ какомъ бы то ни было сосудѣ, онъ чаще всего выходитъ изъ сосуда, на его мѣсто входитъ воздухъ, и легко можетъ образоваться гремучій газъ.

18. Гремучій газъ.

Учитель. Что ты узналъ вчера о водородѣ?

Ученикъ. Что его можно приготовить изъ его соединений, для этого нужно прибавить такое вещество, которое отнимаетъ отъ водорода то, что съ нимъ соединено. Изъ воды, въ которой онъ соединенъ съ кислородомъ, его можно выделить при помощи желѣза или натрія.

Учитель. А чѣмъ эти оба металла отличаются другъ отъ друга въ данномъ случаѣ?

Ученикъ. Желѣзо дѣйствуетъ только при накаливании, а цинкъ обыкновенной температурѣ.

Учитель. А еще что?

Ученикъ. Можно также взять хлористый водородъ и цинкъ. Тогда цинкъ отнимаетъ хлоръ, а водородъ выделяется.

Учитель. Какія свойства имѣетъ водородъ?

Ученикъ. Онъ безцвѣтенъ, какъ воздухъ, но гораздо легче. Но ты не сказать мнѣ, во сколько разъ онъ легче воздуха.

Учитель. Его плотность почти въ 14 разъ меньше, чѣмъ плотность воздуха. Одинъ литръ водорода содержится вотъ въ этой бутылкѣ, вѣситъ меньше 1 гм. Что ты еще знаешь о водородѣ?

Ученикъ. Онъ горитъ въ воздухѣ, и если раньше смѣшать его съ воздухомъ, то при этомъ происходитъ взрывъ, потому что раньше происходитъ сразу во всей массѣ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Что дѣлается съ водородомъ, когда онъ сгораетъ?

Ученикъ. Ты мнѣ этого не сказалъ.

Учитель. Ты самъ долженъ сообразить это. Подумай-ка, что происходитъ при горѣнии?

Ученикъ. Вещества соединяются съ кислородомъ воздуха.

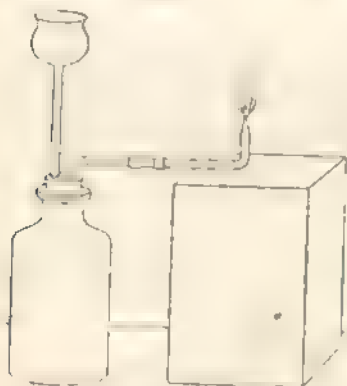
Учитель. Вѣрно. А когда водородъ соединяется съ кислородомъ, что происходитъ тогда? Развѣ ты не помнишь, что мы говорили о соединеніи именно этихъ двухъ элементовъ? Какое это было соединеніе?

Ученикъ. Ты говорилъ мнѣ о водѣ. Развѣ опять образуется вода?

Учитель. Конечно, образуется вода. Мы сейчасъ можемъ это увидѣть. Ты помнишь, какъ я показывалъ тебѣ образованіе воды при горѣніи свѣчи?

Ученикъ. Да ты держалъ надъ ней большой стаканъ. Этотъ стаканъ покрылся каплями воды.

Рис. 25.



Учитель. То же само мы можемъ проѣхать съ пламенемъ водорода. Я прикрѣплю къ аппарату стеклянную трубку, концы которой заостренъ, и зажигаю водородъ у отверстія (фиг. 25). Ты сейчасъ же замѣчаешь образованіе капель.

Ученикъ. Какъ сдѣлать такое остріе?

Учитель. Трубку, вращая все время, держать до тѣхъ поръ въ пламени, пока мѣсто нагреванія не станетъ совершенно мягкимъ; тогда ее вытягиваютъ въ длину и разрѣзаютъ въ уз-

комъ мѣстѣ ножомъ для рѣзки стекла.

Ученикъ. Позволь мнѣ, пожалуйста, это сдѣлать. Теперь трубка стала мягкой, и я ее вытягиваю. Ахъ какой образовался тонкій волосъ!

Учитель. Ты тянулъ слишкомъ сильно и быстро. Этотъ волосъ впрочемъ тоже трубка, потому что стекло при вытягиваніи не спадается.

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ? трудно повѣрить что могутъ быть такія тонкія трубки.

Учитель. Отломай кусокъ и опусти конецъ въ чернила, ты увидишь тогда что въ нее всосется черная жидкость. Вернемся теперь къ водороду. Водородъ можетъ не только соединиться съ сво-

боднымъ кислородомъ но и отнимать кислородъ отъ другихъ соединений Ты помнишь окись ртути? Какое это было вещество?

Ученикъ Красный порошокъ, соединение ртути съ кислородомъ.

Учитель. Такъ Я беру немного этой окиси, высыпаю ее въ стеклянную трубку, которую соединяю съ аппаратомъ для выдѣленія водорода, пропускаю струю водорода и осторожно нагреваю (фиг. 26).

Fig. 26



Ученикъ. Опять выдѣляется ртуть.

Учитель. Такъ, а что же дальше?

Ученикъ. Дальше свѣтлыя капли, похожи на воду; это въ самомъ дѣлѣ вода?

Учитель. Конечно. Здѣсь водородъ отнялъ у окиси ртути ея кислородъ и образовалъ воду, а ртуть стала свободной.

Ученикъ. Такъ бываетъ со всѣми кислородными соединениями?

Учитель. Нѣтъ, не совсѣмъ, но съ очень многими. Большая часть окисей металловъ превращаются такимъ образомъ въ металлы. Этотъ процессъ называется возстановленіемъ, въ противоположность окисленію. Превращеніе металла въ его окись есть окисленіе, превращеніе окиси въ металлъ есть возстановленіе. Такъ

какъ водородъ способенъ отнимать кислородъ отъ окисей и такимъ образомъ превращать ихъ въ металлы, то онъ называется восстановляющимъ веществомъ или просто восстановителемъ. Запомни это названіе.

Ученикъ. Теперь я опять узналъ много новаго.

Учитель. Оно станетъ тебѣ понятнѣе, если я покажу тебѣ еще нѣкоторые опыты. Этотъ черный порошокъ называется окисью мѣди; онъ легко образуется, если мѣдь долго нагрѣвать на воздухѣ. Я всыпаю этотъ порошокъ въ трубку, пропускаю въ ней водородъ и нагрѣваю; ты видишь, какъ появляется мѣдь?

Ученикъ. Да, крупинки становятся красными, какъ мѣдь, а дальше въ трубкѣ садится вода.

Учитель. Я отнимаю огонь и пропускаю все время водородъ, пока трубка не охладится. Теперь я могу высыпать красныя крупинки и растереть ихъ въ чашкѣ, ты видишь, онѣ получаютъ металлическій блескъ.

Ученикъ. Какъ красиво! почему онѣ блестятъ только теперь послѣ растиранія?

Учитель. Прежде мѣдь не была гладкой, когда изъ окиси мѣди выдѣлился кислородъ, то мѣдь осталась въ видѣ губки. Вотъ этотъ желтый порошокъ называется окисью свинца; это соединеніе...

Ученикъ. ...Свинца и кислорода.

Учитель. Хорошо, восстанови же ее самъ {посредствомъ водорода. Сдѣлай это такъ, какъ раньше!

Ученикъ. Получается блестящая капля какъ ртуть, это-свинецъ?

Учитель. Конечно, такъ какъ свинецъ очень легко плавится, то онъ получается въ жидкомъ видѣ. Вылей эту каплю на бумагу и ты увидишь, что она застываетъ и обращается въ мягкій, гибкій и неупругій металлъ; это свойство свинца. Ну, теперь мы прочтѣлаемъ нѣчто другое. Вотъ окись желѣза, которую мы получили раньше, сжигая желѣзный порошокъ на воздухѣ. Мы попробуемъ восстановить его посредствомъ водорода.

Ученикъ. Какъ же это возможно? Ты вѣдь самъ мнѣ сказалъ вчера, что желѣзо сильнѣе водорода, такъ какъ оно отнимаетъ у воды кислородъ и протоняетъ прочь водородъ. Какимъ же образомъ водородъ станетъ теперь сильнѣе желѣза?

Учитель. Нужно продолжать и такіе опыты, которые по видимому не могутъ удаться, потому что каждый выводъ, который

мы дѣлаемъ, можетъ оказаться ошибочнымъ и долженъ быть протѣренъ на опытѣ.

Ученикъ Ну это любопытно Ты видишь, ничего не выходитъ, крупинки стали только немного чернѣе

Учитель Размотри ка внимательно отдаленныя мѣста трубки.

Ученикъ Имъ тамъ дѣйствительно кажется ось и водяныя капли. Съ одной стороны какъ будто ничего не выходитъ, съ другой какъ будто выходитъ.

Учитель Я опять пропускаю струю водорода, пока трубка не остынетъ. Теперь разотри черную массу въ чашкѣ, какъ мы растирали прежде мѣдь.

Ученикъ Она тоже начинаетъ блестѣть.

Учитель Значитъ это металлическое желѣзо

Ученикъ. Скажи мнѣ пожалуйста, какъ можетъ быть такое противорѣчье Я подумалъ, что законы природы всегда имѣютъ силу

Учитель. Какой же законъ нарушенъ здѣсь?

Ученикъ Вѣдь огня сила не можетъ быть то меньше, то больше, чѣмъ другая Только что желѣзо было сильнѣе водорода, а теперь водородъ сильнѣе желѣза Вѣдь это противорѣчье

Учитель. Противорѣчье лежитъ только въ томъ, что ты рассматриваешь причину химическихъ процессовъ, какъ механическую силу, но здѣсь нельзя обнаружить или измѣрить такой силы

Ученикъ. Вѣ чѣмъ же эта причина?

Учитель. Если бы я захотѣлъ отвѣтить на твой вопросъ, ты бы меня не понялъ Прежде всего тебѣ нужно познакомиться еще со многими химическими фактами, и только послѣ этого ты можешь думать о томъ, чтобы сопоставить и охватить ихъ всѣ вмѣстѣ при помощи теории.

Ученикъ. А не можешь ли ты мнѣ хоть что нибудь сказать, для того чтобы я не былъ въ заблужденіи?

Учитель. Конечно, могу даже исходить изъ твоихъ неправильныхъ представлений Человѣкъ можетъ перенести съ одного мѣста на другое довольно много воды, но если воды будетъ гораздо больше, тогда она можетъ унести человѣка

Ученикъ. Значитъ ты думаешь, что въ химическихъ явленіяхъ все дѣлать томъ, какое изъ веществъ имѣется въ большемъ количествѣ?

Учитель. Почти такъ Возвратимся однако къ водороду Ты знаешь теперь, что при соединеніи водорода съ кислородомъ образуется вода, и что водородъ для этой цѣли можетъ даже отнять кислородъ отъ другихъ соединений Но при этомъ образуется еще

нѣчто; я опять пускаю въ ходъ мой аппаратъ для добыванія водорода, и когда весь гремучій газъ вытѣсненъ, зажигаю водородъ. Ты видишь, что его пламя довольно блѣдно.

Ученикъ. Сначала оно голубое, а затѣмъ оно становится все свѣтлѣе и кажется желтымъ.

Учитель. Это оттого, что стеклянная трубка, у отверстія которой горитъ водородъ, стала горячѣе. Въ стеклѣ содержится уже знакомый тебѣ элементъ натрій, онъ отчасти испаряется и окрашиваетъ пламя въ желтый цвѣтъ.

Ученикъ. Почему это?

Учитель. Раскаленный натрій испускаетъ желтый свѣтъ, подобно тому какъ металлическая мѣдь отражаетъ красный свѣтъ. Желтое окрашивание пламени это реакция на натрій, потому что такое окрашивание появляется всегда, когда есть натрій, и исчезаетъ, когда нѣтъ натрія.

Ученикъ. Но вѣдь почти всякое пламя желтого цвѣта.

Учитель. Потому что во всѣхъ почти горючихъ веществахъ имѣется натрій и достаточно даже самыхъ незначительныхъ количествъ его, чтобы сообщить пламени желтый цвѣтъ. Но мы можемъ получить неокрашенное натріемъ водородное пламя. Вотъ у меня небольшая платиновая пластинка, я накаливаю ее на огнѣ, отчего она становится мягкой, и сворачиваю ее вокругъ вязальной иглы, такимъ образомъ получаю годную для употребленія платиновую трубочку. Эту трубочку я ввожу въ другую стеклянную трубку, немного болѣе широкую, такъ чтобы та часть платиновой трубочки, которая находится внутри стеклянной, имѣла нѣ длину нѣсколько миллиметровъ и называю это мѣсто. Ты видишь, какъ стеклянная трубка облега-
етъ платину, стекло оплавилось кругомъ, и теперь я имѣю горѣлку съ платиновымъ наконечникомъ, которую я сгибаю подъ прямымъ угломъ (фиг. 27).

Рис. 27



Ученикъ. Почему ты взялъ платину?

Учитель. Потому что этотъ металлъ очень трудно плавится и нелегко поддается химическимъ дѣйствіямъ. Если я соединю мою горѣлку съ аппаратомъ для водорода, то можно выделяющійся газъ оставить горѣть втеченіе нѣсколькихъ часовъ и пламя не станетъ желтымъ. Теперь я вношу кончикъ платиновой проволоки въ пламя водорода, что ты видишь?

Ученикъ Проволока ярко свѣтитъ, значить пламя должно быть очень горячимъ.

Учитель. Совершенно вѣрно, раскаленное тѣло тѣмъ ярче свѣтитъ, чѣмъ оно горячѣе. При газахъ дѣло обстоитъ не такъ: раскаленный водяной паръ свѣтитъ слабо; поэтому водородное пламя безсвѣтно, но въ тоже время оно можетъ накаливать всякое внесенное въ него тѣло до сильнаго свѣченія.

Ученикъ. Всякое тѣло?

Учитель. Да, всякое, если только оно не плавится или не превращается въ паръ. Здѣсь у меня кусокъ сломанной камильной свѣтки, посмотри какъ онъ ярко свѣтитъ. И желѣзная проволока тоже сначала свѣтитъ, но скоро она плавится и стораегъ. И такъ, скажи мнѣ, что образуется въ пламени, кромѣ воды?

Ученикъ. Теплота.

Учитель. Вѣрно! что такое теплота? Вспомни, о чемъ мы говорили недавно, когда занимались горѣниемъ?

Ученикъ. Да, ты далъ ей какое то особенное название, кажется—энергія.

Учитель. Совершенно вѣрно, что же такое энергія?

Ученикъ. Все то, что можно получить изъ работы и превратить въ работу. Какъ же можно получить работу изъ горящаго водорода?

Учитель. Да вѣдь ты самъ слышалъ, какъ сильно взрывается смѣсь водорода и воздуха, и я сказалъ тебѣ, что эта смѣсь можетъ разорвать стеклянную бутылку. А на это вѣдь тратится работа.

Ученикъ. Какая же это работа! Моя мать дала бы мнѣ порядочную излюбучку, если бы я придумалъ разломать ее стаканы и сказалъ бы при этомъ, что это работа.

Учитель. Но все таки это работа, потому что она требуетъ извѣстныхъ усилий. Конечно, это бесполезная работа. Но когда мельникъ размельчаетъ зерна, его мельница производитъ подобную же работу, и она оказывается полезной.

Ученикъ. А разяѣ нельзя употребить гремучій газъ на полезную работу?

Учитель. Конечно, можно. Существуютъ такіе машины, въ которыхъ сжигается гремучій газъ, составленный изъ воздуха и свѣдильнаго газа, взрывъ выталкиваетъ поршень, машина дѣлаетъ оборотъ, газъ и воздухъ снова всасываются, образуя гремучій газъ, послѣдній опять взрывается, и поршень опять получаетъ толчокъ и

и д. Такия газовыя машины строятся теперь въ большомъ количествѣ, и въ некоторомъ отношеніи стоятъ выше паровыхъ машинъ.

Ученикъ. А машины въ автомобиляхъ и механическихъ каретахъ тоже такъ построены? Онѣ вѣдь все время дѣлаютъ пухъ, пухъ...

Учитель. Онѣ очень похожи на газовыя машины, но у нихъ гремучій газъ образуется изъ паровъ бензина.

Ученикъ. Значитъ гремучій газъ можно приготовить изъ многихъ веществъ?

Учитель. Если горючіе газы или пары смѣшать съ такимъ количествомъ воздуха или кислорода, какое необходимо для ихъ сжиганія, то получается гремучій газъ. Ибо въ такомъ случаѣ пламя можетъ распространиться по всей массѣ и все сразу сгораетъ, обыкновенное же горѣніе происходитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ притекаетъ воздухъ.

Ученикъ. Да, ты уже разъ объяснилъ мнѣ это.

Учитель. Я тебѣ объяснилъ еще и кое-что другое. Какъ можно дѣлать водородное пламя еще болѣе горячимъ, чѣмъ теперь? Вспомни, что я говорилъ тебѣ о горѣніи въ воздухѣ и въ чистомъ кислородѣ?

Ученикъ. Да, я знаю; когда мы сжигаемъ водородъ въ чистомъ кислородѣ, то не приходится нагрѣвать азотъ воздуха, и пламя становится горячѣе.

Учитель. Вѣрно! Какъ же ты это сдѣлаешь?

Ученикъ. Я буду сжигать водородъ въ бутылкѣ, въ которой находится кислородъ.

Учитель. Правильно, но не удобно. Можно получить высокую температуру, если взывать кислородъ въ водородное пламя.

Ученикъ. А какъ это сдѣлать?

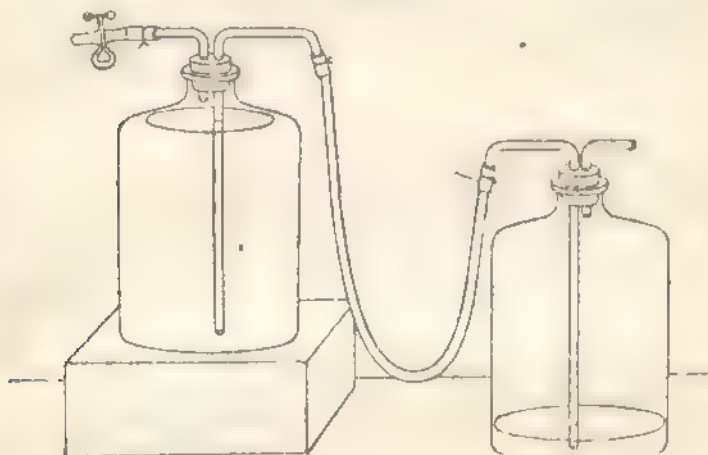
Учитель. Мы можемъ наполнить резиновый шаръ кислородомъ и сдавливать его, тогда кислородъ будетъ выходить изъ отверстия. Но я покажу тебѣ, какъ сдѣлать газометръ. Вотъ у меня двѣ большія бутылки съ пробками, въ которыхъ имѣются по два отверстия. Черезъ одно отверстие проходитъ стеклянная рубка въ видѣ сифона до самаго дна бутылки, черезъ другое — короткая согнутая коленомъ трубка (фиг. 28). Обѣ сифонныя трубки соединены между собой резиновой трубкой, одна бутылка наполнена водою.

Ученикъ. Я не могу понять, для чего это можетъ служить.

Учитель. Смотри, я соединяю теперь аппаратъ для добыванія кислорода съ коленчатой трубкой, которая вставлена въ бутылку.

ку съ водою, а другую бутылку ставлю немного ниже. Если теперь кислородъ начнетъ выдѣляться изъ аппарата, онъ будетъ выходить въ верхнюю бутылку, а вода черезъ резиновую трубку будетъ притекать въ нижнюю бутылку.

Рис. 28.



Ученикъ. Это недурно.

Учитель. Такъ, вотъ верхняя бутылка наполнена кислородомъ. Я снимаю аппаратъ для добыванія кислорода и на кольчатую трубку надѣваю резиновую трубочку въ зажимномъ краемъ.

Ученикъ. Что это за штука?

Учитель. Это упругая, какъ пружина, проволоочная скобка, которая такъ сдвигаетъ резиновую трубочку, что она плотно закрывается. Такой кранъ легко приготовить, и онъ въ большинствѣ случаевъ лучше дѣйствуетъ, чѣмъ обыкновенный кранъ, такъ что въ химии его очень часто употребляютъ.

Ученикъ. Это мнѣ нравится; просто и практично!

Учитель. Теперь мы можемъ по желанію выпускать нашъ кислородъ. Стоитъ лишь поставить бутылку съ водою выше, и кислородъ будетъ находиться подъ давлениемъ столба воды известной высоты; а когда я открою кранъ, кислородъ станетъ выходить со скоростью, соответствующей этой высотѣ. Когда я закрою кранъ, токъ кислорода прекратится; если я долгое время не нуждаюсь въ

кислородъ, то ставлю верхнюю бутылку внизъ, -этимъ устраняется слишкомъ сильное давленіе.

Ученикъ. Это мнѣ очень нравится.

Учитель. Ну-съ, теперь я прикрѣплю къ трубкѣ газометра стеклянную трубку съ платиновымъ наконечникомъ такъ, чдобы остріе было направлено горизонтально и входило въ пламя спиртовой лампы. Если загѣмъ я буду выпускать кислородъ, то пламя наклонится въ сторону, вмѣстѣ съ тѣмъ оно станетъ небольшимъ, остро конченнымъ и очень горячимъ.

Ученикъ. Дно кажется немного свѣтлѣе.

Учитель. Я вношу въ пламя платиновую проволоку ты видишь она не только накаляется до бѣла, но и плавится. На концѣ проволоки образовался красивый круглый шарикъ, и если бы я еще больше нагревалъ, онъ упалъ бы.

Ученикъ. Пламя стало такимъ яркимъ, что на него трудно смотрѣть. Но вѣдь ты хотѣлъ показать мнѣ опытъ съ водородными пламенемъ.

Учитель. Въ этомъ пламени горитъ преимущественно водородъ, который содержится въ спиртѣ. Но чтобы получить обыкновенное водородное пламя мы должны немного увеличить и лучше устроить нашъ аппаратъ. Въ теперешнемъ его видѣ онъ даетъ много газа, когда налита свѣжая кислота; потомъ онъ начинаетъ давать меньше, такъ что нельзя получить яркаго пламени. Мы приготовимъ аппаратъ, который можетъ по нашему же плану давать больше или меньше газа.

Ученикъ. Мнѣ интересно видѣть какъ ты устроишь такой аппаратъ.

Учитель. Я готовлю двѣ бутылки съ пробками и трубками, совершенно такъ же, какъ для кислороднаго газометра, только бутылки беру немного меньшия. Одна изъ нихъ наполнена цинкомъ, другая—разведенной соляной кислотой; послѣдняя помѣщена выше первой бутылки. Если я открою зажимъ, который находится на трубкѣ съ цинкомъ, то соляная кислота наполнитъ бутылку съ цинкомъ, и водородъ начнетъ выдѣляться.

Ученикъ. Однако ничего не выходитъ.

Учитель. Сифонная трубка еще не наполнилась и поэтому никакого дѣйствія не происходитъ. Но стойтъ мнѣ подуть въ короткую трубочку бутылки, въ которой находится соляная кислота, и кислота польется въ другую бутылку.

Ученикъ. Да, вотъ кислота зашипѣла. А зачѣмъ ты положилъ на дно бутылки съ цинкомъ слой кремневыхъ осколковъ?

Учитель. Ты сейчасъ увидишь, я закрываю зажимъ, который служитъ для пропуска водорода, что ты видишь теперь?

Ученикъ. Кислота черезъ сифонную трубку возвращается въ верхнюю бутылку. А, теперь я понимаю. Водородъ, который не можетъ болѣе выйти, давить на кислоту и вытѣснить ее изъ нижней бутылки въ верхнюю.

Учитель. Вѣрно; но такъ какъ не вся кислота можетъ быть вытѣснена изъ бутылки, потому что дно ея не ровно, то остается еще небольшой остатокъ ея, который могъ бы дѣйствовать на цинкъ. Зѣкъ же этотъ остатокъ покрываетъ только кремневые осколки.

Ученикъ. Это прекрасно! Настоящій автоматъ!

Учитель. Такъ; теперь я пробую водородъ, чистѣли онъ, и только тогда зажимаю его. При

Рис. 29

помощи зажима я достигаю того, чтобы пламя было довольно большое. Для этой цѣли зажимъ снабженъ винтомъ (фиг. 29). Затѣмъ я впускаю въ пламя струю кисло-



рода, и ты видишь, что пламя становится маленькимъ и остроконечнымъ. Платиновая проволока плавится гораздо скорѣе, чѣмъ раньше. Стальная часовая пружина накаляется сначала до-бѣла и затѣмъ стораегъ, разбрасывая искры, какъ въ кислородѣ. Заостренный кусокъ мѣли тоже начинаетъ накаляться и даетъ яркій бѣлый свѣтъ, похожій на солнечный.

Ученикъ. Какой красивый фейерверкъ!

Учитель. Все это показываетъ, что пламя изъ чистыхъ кислорода и водорода, короче говоря пламя гремучаго газа, дѣйствительно необычайно горячее.

Ученикъ. Это самый сильный жаръ, какого удалось достигнуть?

Учитель. Нѣтъ; пламя имѣетъ только около 2000° С., тогда какъ между углями дуговой электрической лампы температура выше 3000° С. Но все же это очень высокая температура, и нашимъ печамъ далеко до нея.

Ученикъ. Сегодня я много видѣлъ и многому научился!

19. Вода.

Учитель Мы познакомились съ составными частями воды и образованіемъ ея изъ этихъ частей, сегодня мы займемся самой водой. Ты знаешь, что вода занимаетъ большую часть земной поверхности.

Ученикъ Да, она занимаетъ почти пять седьмыхъ ея.

Учитель Но вода, образующая моря, озера, рѣки, вовсе не чистая вода, она содержитъ въ растворѣ другія вещества.

Ученикъ. () морской вотъ я знаю, что она содержитъ поваренную соль, но содержитъ ли также и не морская вода еще другія вещества?

Учитель. Какъ ты узнаешь, что морская вода содержитъ поваренную соль?

Ученикъ. По соленому вкусу.

Учитель. Верно, а имѣютъ ли всѣ другія воды одинаковый вкусъ, напримѣръ, дождевая и ключевая вода?

Ученикъ Нѣтъ, я однажды пробовалъ дождевую воду, она имѣла дурной вкусъ.

Учитель Уже изъ различія этихъ водъ на вкусъ ты долженъ заключить, что онѣ содержатъ еще разныя другія вещества. Вотъ тебѣ образецъ чистой воды, попробуй-ка ее.

Ученикъ Она имѣетъ такой же противный вкусъ, какъ и дождевая вода. Какъ дѣлаютъ чистую воду?

Учитель Ее дестилируютъ, т. е. превращаютъ сначала въ паръ, а этотъ паръ охлаждають до тѣхъ поръ, пока онъ не превратится опять въ воду.

Ученикъ. Почему вода становится тогда чище?

Учитель. Примѣси, содержащіяся въ обыкновенной водѣ, не переходятъ въ паръ, потому что онѣ нелетучи. Я беру обыкновенную питьевую воду и примѣшиваю къ ней немного чернилъ; эту примѣсь ты конечно бѣшь глупа различаешь; если я буду дестилировать¹⁾ эту черную жидкость, то перетонется свѣлая и чистая вода.

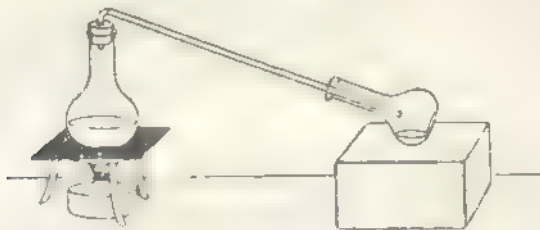
Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть, какъ это сдѣлать?

Учитель. Можно сдѣлать различнымъ образомъ мы будемъ сначала пользоваться самыми простыми средствами. Въ тонкостѣн-

¹⁾ Вѣстѣ ед. дѣлать, «дестилировать», по русскому языку сказать такъ «перетонять», «перетонить».

ную колбу я вставляю пробку съ однимъ отверстиемъ черезъ которое проходитъ согнутая подь острымъ угломъ внизъ трубка. Въ колбу я наливаю нашу черную воду, и нагреваю ее до кипѣня (фиг. 30).

Рис. 30.



Ученикъ. Теперь пары поднялись въ трубку, и вотъ вдоль нея течетъ капли воды; она въ самомъ дѣлѣ совсѣмъ чистая.

Учитель. Вставимъ нижнй конецъ трубки въ другую колбу, для того чтобы собрать нашу дистиллированную воду.

Ученикъ. Эта колба покрылась теперь внутри росой; а теперь паръ выходитъ изъ нея наружу и болѣе не стучается.

Учитель. Отчего это зависитъ?

Ученикъ. Колба слишкомъ сильно нагрѣлась и не можетъ болѣе охлаждать пара.

Учитель. Совершенно вѣрно, чтобы дистиллировать какъ слѣдуетъ нужно, слѣдовательно, еще имѣть холодильникъ. Это можно сдѣлать очень просто: вставить колбу въ чашку съ холодной водой, и тогда колба будетъ охлаждаться.

Ученикъ. А когда и эта вода нагрѣется?

Учитель. Тогда нужно прекратить дистилляцію. Ты видишь, мы стоимъ передъ вопросомъ, который имѣетъ большое значеніе во всякомъ большомъ химическомъ производствѣ: всякія работы нужно вести по возможности такъ, чтобы ихъ можно было продолжать непрерывно. Для этого требуется, чтобы то, что расходуется, непрерывно пополнялось, и то, что дѣлается лишнимъ, непрерывно удалялось. Здѣсь что расходуется?

Ученикъ. Вода, которая переходитъ въ паръ.

Учитель. Правильно, кромѣ того теплота, которая необходима для испаренія. А что здѣсь является излишнимъ?

Ученикъ. Теплая вода въ охлаждающей чашкѣ. Но эту воду можно удалить при помощи сифона и налить свѣжую.

Учитель. Очень хорошо; отогнанную изъ колбы воду можно замѣнить другой, наливши ее въ колбу черезъ воронку.

Ученикъ. Но тогда выйдетъ паръ.

Учитель. Если трубка воронки будетъ погружена въ воду, то воронка будетъ закрыта и паръ тогда не выйдетъ. Но мы должны еще улучшить нашъ холодильникъ, потому что приемная колба лишь наполовину лежитъ въ водѣ, другая же половина не охлаждается, и поэтому паръ не весь ступается.

Ученикъ. Нужно поворачивать постоянно колбу охлажденной стороной вверхъ.

Учитель. Но для этого необходимо или поставить человека или устроить особый аппаратъ. Но мы можемъ приготовить такой холодильникъ, который самъ будетъ все дѣлать.

Ученикъ. Мы можемъ постоянно приливать на верхнюю сторону колбы столько воды, сколько будетъ уходить ея снизу.

Учитель. Это уже лучше. Но тутъ есть еще одно затруднение: притекающая холодная вода смѣшивается въ чашкѣ съ теплой водой, и расходъ воды для охлаждения очень великъ. Нельзя-ли помочь этому?

Ученикъ. Однако ты многого хочешь!

Учитель. Когда нужно рѣшить техническую или научную задачу, то никогда не слѣдуетъ довольствоваться тѣмъ, что уже достигнуто, а слѣдуетъ постоянно спрашивать: нельзя ли еще улучшить дѣло? И если обнаружена ошибка или какое нибудь несовершенство, то также слѣдуетъ спросить: какъ сдѣлать лучше?

Ученикъ. Я ничего не могу придумать.

Учитель. Затруднение устраняется вотъ этимъ холодильникомъ (фиг. 31). Онъ состоитъ изъ внутренней трубки для пара и вѣнши-

Рис. 31



ного жестяного цилиндра для охлаждающей воды. Цилиндръ на обоихъ концахъ имѣетъ пробки, въ которыхъ сдѣлано по два от-

версия, через одну пару отверстий проходить трубка для пара, в другие два отверстия вставлены короткия трубки, изъ которыхъ нижняя служить для притока, а верхняя — для удаления охлаждающей воды. Количество воды регулируется при помощи винтового зажима; сверху выходит горячая вода.

Ученикъ. Почему холодная вода входить снизу? Я думалъ, что охлаждение будетъ лучше, если холодная вода будетъ прямо дѣйствовать на паръ.

Учитель. Наоборотъ, это привело бы опять къ чрезчуръ большой тратѣ воды. Такъ какъ теплая вода легче, она всегда поднималась бы наверхъ и сейчасъ-же смѣшивалась бы съ холодной. Если же холодная вода входить снизу, она охлаждаетъ и ступаетъ послѣдние остатки пара. Выше вода становится все теплѣе, и почти все ее тепло уходитъ на охлаждение, потому что тотъ плотный паръ, который поступаетъ въ трубку наверхъ, ступается уже немного даже водой, нагрѣтой почти до 100°. Такимъ образомъ охлаждающая вода оказываетъ свое возможно полное дѣйствіе, ибо безполезное смѣшеніе холодной и теплой воды нигдѣ не имѣетъ мѣста.

Ученикъ. Я начинаю понимать теперь, что для устройства какого-нибудь маленькаго аппарата нужно много хитрости.

Учитель. Ты имѣешь здѣсь первый примѣръ примѣненія противоположнаго тока. Въ то время какъ паръ течетъ сверху внизъ и при этомъ все болѣе и болѣе теряетъ свою теплоту, — холодная вода течетъ снизу вверхъ, все болѣе и болѣе согрѣваясь. Позже ты познакомишься съ массой случаевъ, гдѣ пользуются этимъ же самымъ приемомъ противоположнаго тока, и ты увидишь, что примѣненіе этого приема позволяетъ выполнить данную задачу наиболѣе экономнымъ путемъ.

Ученикъ. Хотя я не вполне еще понимаю это, однако я буду это примѣнять въ подходящихъ случаяхъ.

Учитель. Ну, теперь мы собрали немного дистиллированной воды; ты можешь убѣдиться въ томъ, что она имѣетъ такой же вкусъ, что и прежняя вода, но не имѣетъ вкуса чернилъ.

Ученикъ. Почему же она имѣетъ такой скверный вкусъ, въ то время какъ колодезная вода совсѣмъ не имѣетъ особаго вкуса и пить ее приятно?

Учитель. Такъ какъ мы съ дѣтства пили колодезную воду, въ которой находятся постороннія вещества, то мы привыкли къ ней; чистая вода производитъ на наши вкусовые нервы иное дѣйствіе.

чѣмъ колодезная вода, и намъ поэтому кажется, что она имѣетъ неприятный вкусъ.—Такъ; теперь мы приготовимъ промывалку

Ученикъ. Что это такое и къ чему это?

Учитель. Для нашихъ химическихъ опытовъ намъ нужна чистая вода, для того чтобы не внести въ растворы постороннія вещества. Эту воду мы сохраняемъ въ такомъ сосудѣ, которымъ удобно было бы пользоваться. Сначала я отрѣзаю кусокъ стеклянной трубки, которая въ полтора раза длиннѣе, чѣмъ вотъ эта колба, а затѣмъ отрѣзаю еще короткій кусокъ. Длинную трубку однимъ концомъ и вношу въ пламя, вращая его до тѣхъ поръ пока края не размягчатся; при этомъ края спадаются и когда отверстие уменьшится до 1,2 миллиметра, я вынимаю трубку изъ пламени и даю ей охладиться.

Рис. 32.



Тѣмъ временемъ ягибаю короткую трубку тупымъ угломъ, а охладившуюся длинную подъ острымъ угломъ; а затѣмъ я закругляю всѣ острые края. Наконецъ я дѣлаю въ пробкѣ два отверстия, вставляю въ нее трубки, и моя промывалка готова (фиг. 32). Теперь я ее прополаскиваю хорошенько и наполняю дистиллированной водой?

Ученикъ. Къ чему все это?

Учитель. Когда я дую въ короткую трубку, то изъ другой вытекаетъ тонкой струей вода, которую я могу направить всюду, куда пожелаю. А если я хочу имѣть больше воды, я опрокидываю бутылку, и изъ короткой трубки

вытекаетъ широкая струя.

Ученикъ. Миѣ кажется, что ты слишкомъ много хлопоталъ для такого пустяка.

Учитель. Нисколько; употребленіе промывалки настолько облегчаетъ мои ежедневныя работы, что потраченный трудъ сейчасъ же вознаграждается. Каждый ремесленникъ обращаетъ вниманіе на то, чтобы имѣть по возможности хорошій и удобный инструментъ, хотя бы онъ и былъ дорогъ, онъ скоро окупается и приноситъ еще хорошій процентъ, такъ какъ съ его помощью возможно въ одно и то же время сдѣлать больше работы и выполнить ее лучше. Промывалка — это удобный инструментъ для химика.

Ученикъ. А Венъяминъ Франклинь, какъ разскалъ мнѣ мой отецъ, говорилъ, что нужно умѣть буравить молотомъ и пилить буравомъ, если это окажется необходимымъ.

Учитель. Это тоже не дурно, оно означаетъ, что нужно умѣть пользоваться тѣми средствами, которыя у насъ подъ руками, не только для одной какой-нибудь цѣли. Но одно дѣло умѣть выйти изъ затрудненія, если оно когда нибудь встрѣтится, другое дѣло — приспособиться къ правильной работѣ. Я бы могъ писать спичками, обмокаемыми въ чернила, если бы я не имѣлъ пера, но такъ какъ перьями можно лучше и скорѣе писать, то я и предпочитаю ихъ.

Однако мы забыли о водѣ. Какого она цвѣта?

Ученикъ. Кажется, никакого. Она безцвѣтна.

Учитель. Да, въ тонкихъ слояхъ она кажется безцвѣтной. Но въ толстыхъ слояхъ чистая вода синяго цвѣта.

Ученикъ. Отчего такая разница?

Учитель. Вода такъ слабо окрашена въ синий цвѣтъ, что его нельзя замѣтить въ тонкихъ слояхъ. Но въ самомъ началѣ нашихъ бесѣдъ я уже сказалъ тебѣ, что цвѣтъ выступаетъ тѣмъ яснѣе, чѣмъ толще слой. Если чистая вода находится въ бѣлой ваннѣ, то синий цвѣтъ ея становится замѣтнымъ.

Ученикъ. При первомъ случаѣ я посмотрю, можно ли это замѣтить. Но вода въ рѣкѣ не синяя, а бурая.

Учитель. Это оттого, что рѣчная вода содержитъ постороннія вещества, которыя окрашены въ бурый цвѣтъ. Морская вода большей частью чиста, и поэтому она кажется синей. Если въ ней содержатся примѣси бурыхъ веществъ, то она становится зеленой.

Ученикъ. Но вѣдь морская вода нечиста, она содержитъ поваренную соль.

Учитель. Совершенно вѣрно; но эта соль безцвѣтна и следовательно не измѣняетъ цвѣта воды — Какую плотность имѣетъ вода?

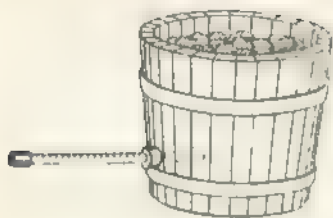
Ученикъ. Это я помню, ея плотность равна одному, потому что она служитъ единицей.

Учитель. Хорошо, такую плотность она имѣетъ при 4° С, при всѣхъ другихъ температурахъ плотность меньше. Тогда какъ почти всѣ другія вещества при нагреваніи расширяются, вода при нагреваніи отъ 0° до 4° С. сжимается, и только выше 4° С. она опять расширяется.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть!

Учитель. Можно сдѣлать этотъ опытъ различнымъ образомъ. Возьми деревянное ведро, пробуравь его немного выше дна, вставь

Рис. 33



въ отверстіе пробку, въ которую продѣтъ термометръ. Затѣмъ наполни ведро ледяной водой, т. е. водой, въ которой плаваютъ куски льда и да ему спокойно стоять (фиг. 33). Спусти нѣкоторое время, боковой термометръ будетъ показывать 4°C ., тогда какъ другой термометръ, опущенный сверху немного ниже поверхности жидкости, покажетъ 0° . Объясни мнѣ это.

Ученикъ. Это оттого, что вода при 4°C . плотнѣе, чѣмъ при всякой другой температурѣ, она и собирается внизу.

Учитель. Собственно, нужно къ этому еще кое-что прибавить, но въ общемъ это вѣрно.

Ученикъ. Сейчасъ мнѣ пришло въ голову: нельзя ли это сдѣлать гораздо проще? Если я въ трубку такого вида, какъ термометръ налью воды, то она отъ 0° до 4° будетъ понижаться, а затѣмъ опять подниматься. Нельзя ли сдѣлать такой водяной термометръ?

Рис. 34.



Учитель. Мы сейчасъ сдѣлаемъ это. Вотъ у меня стеклянная трубка съ довольно узкимъ просвѣтомъ, приблизительно въ $\frac{1}{2}$ миллиметра. Я нагреваю конецъ ея до тѣхъ поръ, пока просвѣтъ не закроется, и дую въ нее: образуется шаръ, совершенно такъ же, какъ изъ мыльной воды при выдуваніи мыльныхъ пузырей. На верхній конецъ трубки я надѣваю пробку, вставленную въ кусокъ широкой стеклянной трубки, въ послѣднюю я наливаю немного воды (фиг. 34). Затѣмъ я слегка нагреваю шаръ, сейчасъ же пузырьки воздуха проходятъ черезъ воду наружу. Затѣмъ я охлаждаю шаръ, и тогда въ него входитъ немного воды. Я довожу воду въ шарикѣ до кипѣнія; если я теперь огниму огонь, то вся вода изъ верхней большой трубки сразу ворвется въ шаръ и наполнитъ его. Большой частью въ шарѣ остается еще маленький пузырекъ воздуха; но его легко удалить, если сначала охладить воду, а затѣмъ нагрѣть ее, держа трубку въ вертикальномъ положеніи, пузырекъ поднимется до трубки и достигнетъ по ней вверхъ.

Ученикъ. А какъ же мнѣ получить скалу на ней?

Учитель. Я беру кусок сломаннаго ненужнаго масштаба, или кусок бумаги, на которой нанесены дѣленія въ миллиметрахъ, или что-нибудь другое въ этомъ родѣ и прикрѣпляю къ грубкѣ при помощи сургуча. Послѣ того какъ водяной термометръ принялъ температуру комнаты, я снимаю верхнюю грубу съ пробкой. Теперь я передамъ тебѣ этотъ аппаратъ и термометръ къ нему. Ты свяжи ихъ вмѣстѣ, такъ чтобы ты могъ легко читать на обѣихъ скалахъ, и поставь ихъ въ одинъ большой сосудъ съ водой. Тогда ты отмѣть уровень ртути въ термометрѣ и уровень воды. Прибавь въ сосудъ немного льду, чтобы температура понизилась приблизительно на два градуса, помѣшай немного воду (по крайней мѣрѣ втеченіе 5 минутъ), пока водяной термометръ установится на одной постоянной точкѣ, и опять отмѣть оба уровня. Такъ ты будешь повторять опытъ, пока приблизишься къ 0° . Завтра расскажешь мнѣ, что ты нашелъ

Ученикъ. Я боюсь, что ты будешь недоволенъ. Вчера я все послѣ-обѣденное время работалъ съ термометромъ, но никакъ не могъ добиться того, чтобы объемъ воды былъ наименьшій при 4°

Учитель. Что же ты получилъ?

Ученикъ. Хотя сначала, когда термометръ падаетъ, вода и понижается, но уже почти при 8° она останавливается, и когда охлажденіе увеличивается, она уже поднимается, и я получаю каждый разъ, что вода занимаетъ наименьшій объемъ при температурѣ въ 8° .

Учитель. Отчего же это можетъ зависѣть?

Ученикъ. Я объ этомъ совсѣмъ еще не думалъ; я полагалъ все время, что я нехорошо наблюдалъ; но всегда я получалъ одно и то же.

Учитель. Значитъ, твои наблюденія правильны. А какую величину ты наблюдалъ?

Ученикъ. Объемъ воды.

Учитель. Нѣтъ, ты наблюдалъ только уровень воды, и отсюда заключалъ объ объемѣ. Но чтобы сдѣлать такой выводъ, тебѣ нужно быть увѣреннымъ въ томъ, что вмѣстимость шара термометра всегда остается одной и той же. Увѣренъ ли ты въ этомъ?

Ученикъ. Дай-ка, подумать. Да, вѣдь при одной и той же температурѣ былъ всегда одинъ и тотъ же уровень.

Учитель. Очень хорошо. Но изъ этого ты могъ только заключить, что при одной и той же температурѣ была одна и та же вмѣстимость. Что ты скажешь теперь?

Ученикъ. Ты хочешь сказать, что стекло шара расширилось нѣтъдѣйствие теплоты? Но это ничего не значить, потому что стекло такъ тонко, что оно составляетъ лишь незначительную часть объема воды. И небольшое расширение такой незначительной части не можетъ сдѣлать большой разницы.

Учитель. Ты сдѣлалъ ошибку въ твоёмъ разсужденіи. Ты полагалъ, что идетъ рѣчь объ измѣненіи объема, занимаемаго стекломъ? Это ошибка, потому что рѣчь идетъ объ увеличеніи объема стекляннаго шара, а это измѣненіе равно измѣненію массивнаго шара, такихъ же размѣровъ; оно почти равно расширенію воды.

Ученикъ. Но вѣдь шаръ— не массивенъ.

Учитель. Представь себѣ массивный шаръ, который одинаково вездѣ нагрѣтъ до какой нибудь температуры: будетъ ли этотъ шаръ имѣть напряженіе или онъ будетъ находиться во внутреннемъ равновѣсіи?

Ученикъ. Я думаю, что онъ будетъ находиться въ равновѣсіи, потому что онъ расширяется равномерно.

Учитель. Вѣрно. Теперь представь себѣ, что этотъ шаръ составленъ изъ многихъ полыхъ шариковъ, плотно входящихъ другъ въ друга; измѣнится ли что нибудь теперь, если такой шаръ будетъ нагрѣваться?

Ученикъ. Я не вижу оснований. Ахъ, теперь я понимаю. вѣтхий пустой шаръ расширяется одинаково, все равно—имѣются ли внутренне шары или ихъ нѣтъ; значить, онъ расширяется, какъ массивный шаръ. Это ловко!

Учитель. Теперь ты понимаешь, почему точка наименьшаго объема воды, лежала у тебя слишкомъ высоко. Если бы вода со-вѣтъмъ не расширялась, она понижалась бы въ аппаратѣ при повышеніи температуры, такъ какъ объемъ шара становится все больше. Но когда расширение воды становится точно также велико, какъ и расширение стекла, вода останавливается въ трубкѣ; это происходитъ при 4°. Итакъ, ты наблюдаешь разницу между расширеніемъ воды и расширеніемъ стекла, и для того чтобы знать точно первое, тебѣ нужно раньше знать второе, а это нелегко сдѣлать.

Ученикъ. Вотъ бѣда! я думалъ сдѣлать лучше, а оказалось, что я напрасно старался.

Учитель. Это было не напрасно, ибо ты видишь, какъ много приходится думать при каждомъ опытѣ, прежде чѣмъ изъ него можно сдѣлать какой нибудь выводъ.

20. Л е д ь.

Учитель. Вчера ты познакомился съ нѣкоторыми свойствами воды, что ты помнишь лучше всего?

Ученикъ. Я хорошо помню то, что ты говорилъ о наибольшей плотности воды, и помню тѣ опыты, которые были при этомъ проведены. Я сдѣлалъ опытъ съ ведромъ и вышелъ совсемъ такъ, какъ ты говорилъ.

Учитель. Хорошо. То, что плотность воды при 1° наибольшая или максимальная, имѣетъ большое значение въ природѣ.

Ученикъ. Какое значение можетъ имѣть небольшое различие въ плотности?

Учитель. Когда вода, находящаяся въ покоѣ, какъ напр. вода въ озерѣ, зимой охлаждается сверху, то охлаждавшися массы воды опускаются мало по малу внизъ до тѣхъ поръ, пока вся вода не приметъ температуры въ 4°. Но затѣмъ холодная вода уже болѣе не опускается, она остается наверху, пока не замерзнетъ, а внизу вода сохраняетъ температуру въ 4° С., точно такъ же, какъ это происходило въ опытѣ съ ведромъ.

Ученикъ. Значитъ и рыба въ не такъ холодно.

Учитель. Дѣло не только въ этомъ. А вотъ если бы было иначе, то ледъ сѣлся бы на дно озера, и оно бы промерзло во всю толщину, вмѣсто того, чтобы замерзать только на поверхности неглубокимъ слоемъ. Въ рыбы погибли бы, и несной потребовалось гораздо больше времени, чѣмъ теперь, для того, чтобы ледъ оттаялъ. Въ быстро текущихъ рѣкахъ, гдѣ вода хорошо перемѣшивается, она тоже можетъ въ суровую зиму охладиться до 0°, и тогда образуется грунтовой ледъ, который поднимается наверхъ, когда масса его достигнетъ достаточно большихъ размѣровъ.

Ученикъ. Я полагаю, что ледяная кора образуется на поверхности озера, потому что ледъ плаваетъ на водѣ.

Учитель. И это обстоятельство имѣетъ значение, въ дѣлѣ предохраненія озеръ отъ промерзанія во всю толщину. Здѣсь мы переходимъ къ нѣкоторымъ свойствамъ льда. Ты знаешь, что вода при 0° переходитъ въ ледъ. Но теперь я покажу тебѣ, что это не всегда бываетъ. Я смѣшиваю толченный ледъ съ небольшимъ коли-

чествомъ поваренной соли, при этомъ температура падаетъ ниже 0° , и тѣмъ ниже, чѣмъ больше прибавлено соли. Дай-ка мнѣ теперь твой водяной и ртутный термометры. Моя охладительная смѣсь имѣетъ 5° , я вношу въ нее шарикъ водяного термометра и охлаждаю въ немъ находящуюся воду.

Ученикъ. Она замерзнетъ, а шарикъ лопнетъ!

Учитель. Ну, ты приготовишь тогда себѣ другой. Однако мы можемъ еще долго ждать, а вода все не замерзнетъ.

Ученикъ. Отчего это?

Учитель. Пока нѣтъ въ водѣ кусочковъ уже готового льда, до тѣхъ поръ можно охладить воду гораздо ниже 0° , и она не застынетъ. Но стоитъ внести въ нее кусочекъ льда, и она застынетъ сама собой.

Ученикъ. Отчего это происходитъ? Извини, я знаю, я долженъ спросить иначе: отъ чего это зависитъ?

Учитель. Это несомнѣнно легкій вопросъ. Ты помнишь, что если рядомъ въ смѣси одновременно существуютъ вода и ледъ, то температура показываетъ 0° , и не измѣняется. А когда одна только вода охлаждается ниже 0° , то ледъ, правда, можетъ образоваться, но это не необходимо, это общее правило, что когда имѣются условия для того, чтобы выдѣлились новыя вещества или новыя формы, то само по себѣ это выдѣление обыкновенно не наступаетъ и точку перехода одного вещества въ другое или одной формы въ другую можно болѣе или менѣе перешагнуть. И только когда эти новыя вещества уже находятся налицо, переходъ за этотъ пунктъ невозможенъ, и тогда происходитъ лишь увеличение уже имѣющихся налицо веществъ.

Ученикъ. Но это собственно не объяснение, а только описание.

Учитель. Совершенно вѣрно! Ты знаешь теперь, при какихъ обстоятельствахъ наступаютъ подобныя явленія и каковы отношенія между ними. Чего же ты еще хочешь? Когда ты больше познакомишься съ химіей, ты узнаешь многие другіе факты, относящіяся сюда, и эти явленія станутъ тебѣ понятны со всѣхъ, такъ сказать сторонъ. Это все, чего можно достигнуть при помощи науки, но этого совершенно достаточно. Такъ какъ позже намъ еще придется говорить о подобныхъ вещахъ, то я сообщу тебѣ ихъ названіе. То, что происходило съ водой, называется переохлажденіемъ, вообще же подобныя явленія называются явленіями перехода за опредѣленную границу.

Ученикъ. Я вижу, что мнѣ еще многому придется учиться!

Учитель. Вѣкъ живи, вѣкъ учись. — И такъ, ледъ плаваеъ на водѣ; что отсюда вытекаетъ?

Ученикъ. Что ледъ легче воды.

Учитель. Думаешь ли ты, что вода при замерзании уменьшется въ вѣсѣ?

Ученикъ. Нѣтъ.. вода, которая вытѣсняется льдомъ, вѣситъ больше, чѣмъ ледъ.

Учитель. Да, когда онъ погруженъ въ нее. Или другими словами: когда вода замерзаетъ, то образующійся ледъ занимаетъ больший объемъ, чѣмъ занимала раньше вода. Именно, десять объемныхъ частей воды даютъ больше 11 такихъ же объемныхъ частей льда. Это также особенность воды. Другія вещества при замерзании сжимаются, такъ что твердыя частицы ихъ тонутъ въ расплавленной массѣ этихъ же веществъ.

Ученикъ. Это находится въ связи съ расширениемъ воды ниже 4°?

Учитель. Это вопросъ, надъ которымъ уже много работали, но до сихъ поръ нельзя еще дать на него увѣреннаго отвѣта. Вѣроятно, связь есть. Видѣлъ ли ты когда нибудь, какъ вода начинаетъ замерзать.

Ученикъ. Т. е. когда она еще очень мало замерзла? Тогда на поверхности ея тянутся такія длинныя острыя иглы. Я часто видѣлъ это въ лужахъ.

Учитель. Это кристаллы, потому что ледъ это кристаллическое вещество.

Ученикъ. Я знаю, я нѣсколько разъ видѣлъ большіе кристаллы снѣга. Они имѣли видъ звѣздъ съ шестью лучами или шестиугольных пластинокъ.

Учитель. Совершенно вѣрно; вотъ передъ тобой фотографическія изображенія снѣжныхъ кристалловъ (фиг. 35). Ледяные узоры на окнахъ это тоже кристаллы льда.

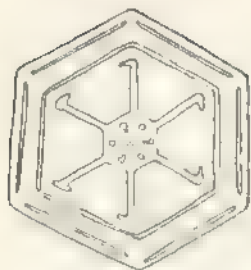
Ученикъ. Однако ихъ поверхности неправильны.

Учитель. Такъ какъ вода слишкомъ скоро замерзаетъ на стеклѣ, то кристаллы не успѣваютъ образоваться какъ слѣдуетъ со всѣхъ сторонъ. Но иногда на окнахъ встрѣчаются довольно правильные кристаллы, которые медленно образовались изъ водянаго пара, содержащагося въ воздухѣ.

Ученикъ. Значитъ иней тоже состоитъ изъ кристалловъ?

Учитель. Конечно; и когда солнце свѣтитъ, оно отражается на поверхностяхъ этихъ кристалловъ, и оттого они такъ красиво

Рис 35



блестятъ. Да и большіе куски льда, которые образуются въ замерзшихъ водахъ, оказываются при внимательномъ разсмотрѣніи кристаллическими. Ледъ тоже синий, какъ и жидкая вода.

Ученикъ. А вѣдь снѣгъ бѣлый! Погоди, я знаю почему потому, что онъ очень мелкій. Я вспоминаю также, что большія ледяныя глыбы, которая развозятся зимой, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ кажутся свѣтло-голубыми.

Учитель. Съ высокихъ горъ, покрытыхъ вѣчнымъ снѣгомъ, спускаются въ долины ледяныя массы; онѣ называются глетчерами. При движеніи своемъ глетчеры раскалываются, и тогда въ трещинахъ ясно виденъ ихъ красивый голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Это потому, что свѣтъ долженъ пройти толстые слои льда.

Рис 36.



Учитель. Вѣрно! Теперь мы подробнѣе поговоримъ о плавленіи льда. Я беру кусокъ толстой жести, кладу его на треножникъ, а подъ нимъ ставлю зажженную спиртовую лампу. Затѣмъ я беру два одинаковыхъ стакана или двѣ одинаковыхъ колбы, и въ одинъ я кладу ледъ, въ другой наливаю равное по вѣсу количество холодной воды, которая имѣетъ температуру въ 0° С. Стаканы я размѣщаю на жести симметрично, такъ чтобы каждый одинаково нагревался.

снизу; въ стаканахъ имѣются термометры. Теперь можно приступить къ опыту (фиг. 36).

Ученикъ. А что я увижу?

Учитель. Что ледъ поглощаетъ нѣкоторое количество тепла, но не становится теплѣе.

Ученикъ. Какъ же это возможно?

Учитель. Смотри только: термометръ въ водѣ уже поднялся съ 0° до 20° , а во льду все еще показывается 0° .

Ученикъ. Такъ и должно быть, потому что здѣсь находится вода вмѣстѣ съ льдомъ; слѣдовательно температура должна остановиться на 0° .

Учитель. Это вѣрно, ледъ поглощаетъ столько же тепла, сколько нужно было, чтобы вода нагрѣлась до 20° , и однако ледъ не сталъ теплѣе. Но что же произошло со льдомъ?

Ученикъ. Онъ частью растаялъ. Значитъ при таяніи льда потребляется тепло. Дѣйствительно потребляется.

Учитель. Именно такъ. Что такое теплота?

Ученикъ. Это видъ энергіи или работы. Значитъ, чтобы ледъ превратить въ воду, нужно затратить работу.

Учитель. Совершенно вѣрно. Прежде, когда не было еще понятія объ энергіи, этому очень удивлялись, говорили, что, хотя теплота и не обнаруживается въ этомъ случаѣ при помощи термометра, тѣмъ не менѣе она существуетъ, что она только скрылась; эту теплоту называли скрытой теплотой. И теперь еще это названіе употребительно, хотя прежнее ложное представленіе и замѣнено болѣе правильнымъ.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ понять это немного лучше.

Учитель. Ты знаешь, что вообще говоря для измѣненія существующаго состоянія нужно затратить работу или энергію; то же самое и здѣсь. Если ты хочешь напр. превратить кусокъ сахара въ порошокъ или сломать палку, или согнуть проволоку, то тебѣ нужно для этого затратить работу. Точно также и таинѣ льда требуетъ работы, и эта работа доставляется простымъ притокомъ теплоты.

Ученикъ. А эту работу можно доставить и другимъ путемъ?

Учитель. Конечно; если тереть другъ объ друга два куска льда при 0° , то они также дѣлаются жидкими. Ну, теперь ледъ растаялъ и термометръ поднялся немного выше 0° . Другой термометръ показываетъ около 80° . Теперь запомни слѣдующее. Количество тепла, необходимое для нагрѣванія 1 грамма воды на 1 градусъ, называется калоріей (сокращено кал). Чтобы нагрѣть 1 грм. воды

до 80 градусовъ, необходимо 80 кал., чтобы нагрѣть 200 гр. воды до 30°, необходимо $200 \times 30 = 6000$ кал. Значить количество теплоты измѣряется произведениемъ изъ измѣненія температуры въ градусахъ Цельзія на вѣсъ воды въ граммахъ).

Ученикъ. Я понялъ это. А когда вода охлаждается?

Учитель. Тогда выделяется количество тепла, равное произведенію изъ пониженія температуры на количество воды. Итакъ, то же самое количество тепла, которое нагрѣло воду до 80°, расплавило такое количество льда, вѣсъ котораго равенъ вѣсу воды. Значить, каждый граммъ воды поглотилъ 80 кал., и каждый граммъ льда столько же. Слѣдовательно, каждый граммъ льда требуетъ 80 кал., для того, чтобы обратиться въ воду, имѣющую температуру 0°. Другими словами, 80 кал. это работа плавления или теплота плавления льда. Употребляя старое названіе, можно сказать, что 80 кал. это скрытая теплота плавления льда.

Ученикъ. Но вѣдь это число относится только къ 1 грамму льда.

Учитель. Совершенно вѣрно, такіе числа вообще относятся къ единицѣ вѣса, потому что стоитъ умножить ихъ на вѣсъ, чтобы найти число соответствующее данному количеству вещества. Мы сейчасъ примѣнимъ это правило. Мы отвѣсиваемъ въ стаканѣ большое количество воды, скажемъ 500 гр., измѣряемъ его температуру чувствительнымъ термометромъ, затѣмъ отвѣсиваемъ кусокъ льда. Температура воды 18,7°, кусокъ льда вѣсилъ 34 гр. Теперь я кладу ледъ въ воду и до тѣхъ поръ помѣниваю термометромъ, пока весь ледъ не растаетъ. Температура упала, и термометръ показываетъ 12,4°. Отсюда можно вычислить скрытую теплоту плавления льда.

Ученикъ. Вотъ я попытаюсь, 500 гр. воды охладилась на 18,7—12,4=6,3°, они поглотили $500 \times 6,3 = 3150$ кал. При этомъ растаяло 34 гр. льда, слѣдовательно каждый граммъ поглотилъ 93 кал. Вѣрно?

Учитель. Почти, но несовсѣмъ. Подъ теплотой плавления разумѣютъ теплоту, необходимую для превращенія 1 гр. льда, имѣющаго температуру 0°, въ воду, имѣющую тоже 0°. Но у насъ вода имѣла въ результатѣ не 0°, а въ смѣси съ остальной водой показала 12,4°. Значить ты получилъ для теплоты плавления число слишкомъ большое.

Ученикъ. Да, я это вижу. Какъ же получить правильное число?

Учитель. Для этого нужно принять во внимание все обстоятельства. 500 гр. воды на самом деле потеряли $500 \times 6,3 = 3150$ кал. Из этого числа $34 \times 124 = 422$ кал. пошли на нагревание распавшей воды, и лишь разность этих чисел $3150 - 422 = 2728$ калорий были затрачены на плавление. Эта разность, разделенная на 34, даст 80 кал.; это и есть теплота плавления льда.

Ученик. Я опять вижу, что продолжать опыт гораздо легче, чем вывести из него правильное заключение.

Учитель. Да мы и теперь еще далеки от такого заключения. Мы не приняли во внимание того, что не только вода, но и термометр и стакан также охладились. Забыв мы упустили из виду, что стакан с холодной водой нагревался мало по малу здесь в комнате, так, что, пока лед таял, теплота притекала извне, вследствие этого полученное понижение температуры ниже действительного понижения. Но и это еще не все; мы не считались еще и с другими обстоятельствами, но я не буду больше говорить о них, чтобы не запутать тебя.

Ученик. Я уже запутался и не могу понять, как могут быть люди, которые все знают и все делают правильно.

Учитель. Ты не можешь работать на токарном станке, не можешь рисовать красками, тебе нелегко было научиться ездить на велосипеде. Делать правильные измерения это тоже искусство, которому нужно научиться. Точные измерения показали, что теплота плавления льда равна 81 кал.

21. Водяной парь.

Учитель. Сегодня мы будем говорить о водяном паре?

Ученик. О паре воды! Если у нас потребуется столько же времени на другие вещества, то я недалеко уйду в химию.

Учитель. Вода служить нам примером, на котором мы можем изучить отношения веществ при различных обстоятельствах. Все же закономерные отношения, которые ты замечал при плавлении и застывании, повторяются и при других веществах, так что там уже не придется снова изучать их.

Ученик. Но почему именно на воду мы изучаем их?

Учитель. Из всех существующих веществ вода более всего изучена и потому более всего известна.

Ученик. А почему она более других изучена?

Учитель. Потому что она встрѣчается на землѣ въ очень большихъ количествахъ. Вспомни только о томъ, что земная поверхность имѣетъ одинъ видъ, когда температура ниже 0° , и другой видъ, когда температура выше 0° . Это зависитъ только оттого, что при 0° вода замерзаетъ. Это различіе проявляется не только въ томъ, что появляются снѣгъ и ледъ, а и въ томъ, что при 0° и ниже 0° жизнь растений замираетъ, такъ какъ жидкіе соки не могутъ тогда уже двигаться въ нихъ.

Ученикъ. Да, я вижу, что вода почти вездѣ оказываетъ свое вліяніе.

Учитель. Кромѣ того, вода, которая встрѣчается въ столь большомъ количествѣ, легче другихъ веществъ получается въ чистомъ видѣ. Поэтому, при изученіи извѣстныхъ свойствъ ея особенно удобно пользоваться какъ веществомъ, съ которымъ можно сравнивать другія вещества. Мы уже дѣлали это, когда шла рѣчь о термометрѣ и о плотности. Да и для другихъ свойствъ вода играетъ роль „нормальнаго вещества“. Мы имѣемъ, какъ ты видишь, всѣ основанія для того, чтобы свойства воды изучить подробнѣе, чѣмъ свойства другихъ веществъ. И такъ, займемся опять явленіемъ кипѣнія воды.

Ученикъ. Развѣ въ немъ есть еще что-нибудь особенное? Я хорошо запомнилъ, что вода кипитъ при 100° , все равно—нагрѣвать ли ее на слабомъ или сильномъ огнѣ.

Учитель. Сейчасъ увидимъ. Я довожу воду въ этой колбѣ до кипѣнія, и въ то время когда она кипитъ закрываю колбу пробкой. Что произойдетъ?

Ученикъ. Давленіе пара возрастаетъ и въ концѣ концовъ разорветъ колбу.

Учитель. Вѣрно. Поэтому я удаляю огонь, чтобы колба охладилась. Для ускоренія я обливаю колбу водою; что же ты видишь?

Ученикъ. Это удивительно! Вода опять начинаетъ кипѣть!

Учитель. Я опять лью на колбу воду, и кипѣніе опять начинается. Теперь все уже настолько охладилось, что колбу можно—взять руками, не боясь обжечь себѣ руки, температура значитъ приблизительно 50° , и однако вода закипаетъ всякій разъ, когда я обливаю холодной водою верхнюю часть колбы.

Ученикъ. Вотъ этого ужъ дѣйствительно я не могу понять.

Учитель. Отчего? То что ты видишь, есть однако дѣйствительность.

Ученикъ. Но я училъ, что вода кипитъ при 100°, а здѣсь она кипитъ гораздо ниже.

Учитель. Что же ты отсюда выводимъ?

Ученикъ. Что вода можетъ кипѣть при разныхъ температурахъ. Но это безсмыслица!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что прежде вода кипѣла какъ разъ при 100°, какое бы ни было подъ ней пламя.

Учитель. Правильно! Но если мы видимъ, что какое нибудь явленіе измѣнилось, мы должны заключить, что измѣнилось какое нибудь обстоятельство, отъ котораго зависитъ явленіе. Присмотришься внимательнѣе. Чѣмъ отличается кипѣніе теперь отъ прежняго кипѣнія?

Ученикъ. Прежде кипѣніе вызывалось нагрѣваніемъ, теперь — охлажденіемъ.

Учитель. Само охлажденіе этого не вызываетъ, потому что тогда вода должна была бы постоянно кипѣть въ колбѣ, послѣ того какъ огонь снятъ. Не замѣчаешь ли ты еще одного важнаго различія?

Ученикъ. Да ты закрыть колбу пробкой. А какое вліяніе имѣетъ пробка на кипѣніе?

Учитель. Вынь-ка теперь пробку!

Ученикъ. Это нелѣгко. А теперь слышно шипѣніе, какъ будто воздухъ съ силой всасывается въ колбу.

Учитель. Значитъ, въ ней образовалось разрѣженное пространство. Подумай-ка, отчего это?

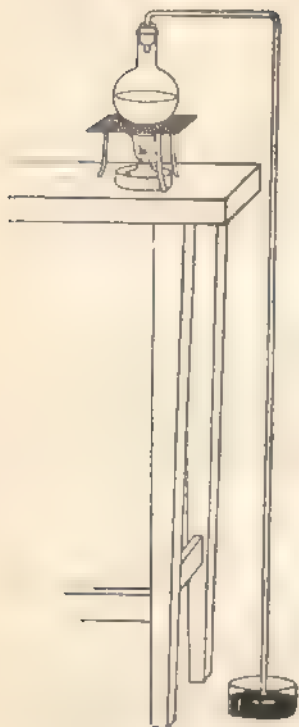
Ученикъ. Я уже понимаю. Сначала паръ при кипѣніи выгналъ воздухъ, затѣмъ колба была закрыта такъ, что воздухъ не могъ въ нее войти.

Учитель. Вѣрно! Въ колбѣ остались только вода и водяной паръ. А когда я лилъ на верхнюю часть колбы холодную воду, то паръ сгустился, давление уменьшалось и вода должна была закипать.

Ученикъ. Значитъ вода въ самомъ дѣлѣ образуетъ паръ при всякой температурѣ, если уменьшается давление?

Учитель. Вода кипитъ при всякомъ давленіи, и каждому давленію соответствуетъ вполне опредѣленная температура кипѣнія. Вода закипаетъ при 100° только тогда когда давленіе какъ разъ равно одной атмосферѣ. На высокихъ горахъ, гдѣ давленіе гораздо меньше, кипящая вода даже не настолько горяча, чтобы въ ней можно было варить мясо.

Рис. 37



Ученикъ. Я бы хотѣлъ это видѣть.

Учитель. Кое что я покажу тебѣ. Я вставлю въ колбу пробку съ отверстиемъ, черезъ которое проходитъ дважды согнутая стеклянная трубка; длинное колено ея равно 80 сантиметрамъ (фиг. 37). Концы ея я погружаю въ чашку съ ртутью и нагреваю колбу. Ты слышишь, какъ сначала пузырьки воздуха выходятъ черезъ ртуть. Теперь шумъ иной, и слышенъ стукъ какъ будто металла.

Ученикъ. Отчего это происходитъ?

Учитель. Водяной паръ теперь почти свободенъ отъ воздуха. Когда онъ входитъ въ холодную ртуть, онъ сразу превращается въ жидкую воду и стѣнки пузырьковъ пара спадаются быстро, благодаря чему окружающіе пузырьки стѣнки ртути ударяютъ другъ о друга. Теперь я отнимаю огонь и опять могу вызвать кипѣніе, если буду лить холодную воду.

Ученикъ. Зачѣмъ трубка опущена въ ртуть?

Учитель. Замѣть, что происходитъ, когда я обливаю колбу водою.

Ученикъ. Въ моментъ обливанія ртуть поднимается внезапно вверхъ, затѣмъ во время кипѣнія она падаетъ немного, но все же остается выше, чѣмъ стояла сначала.

Учитель. Теперь ты видишь все то, о чемъ я раньше говорилъ тебѣ. Чѣмъ ртуть выше втягивается, тѣмъ меньше значитъ давленіе въ колбѣ. Выше всего она стоитъ въ моментъ, когда я обливаю колбу водою; затѣмъ начинается кипѣніе, вследствие чего образуется паръ, который опять наполняетъ пространство. давленіе увеличивается и ртуть падаетъ.

Ученикъ. А почему же ртуть останавливается каждый разъ выше, чѣмъ она стояла раньше?

Учитель. Потому что вода въ колбѣ вслѣдствіе обливанія становится все холодѣе. Поэтому и давление ея пара уменьшается. А чтобы вода опять закипѣла, нужно давление еще болѣе уменьшить.

Ученикъ. Следовательно, кипѣніе наступаетъ тогда, когда давление на воду меньше, чѣмъ давление пара. Ты киваешь головой, значить это такъ. А что же такое собственно давление пара? Вѣдь это только паръ въ колбѣ.

Учитель. Представь себѣ пустое пространство, въ немъ конечно нѣтъ никакого давленія. Теперь ты вливаешь туда немного воды; она превращается отчасти въ паръ, но это продолжается только до тѣхъ поръ, пока пространство не наполнится до известной степени паромъ, а затѣмъ испареніе прекращается. Именно, пароброзованіе происходитъ до тѣхъ поръ, пока паръ не приобретаетъ въ этомъ пространствѣ определенной плотности и не оказываетъ извѣстнаго определеннаго давленія. Какъ будутъ велики плотность и давленіе, это зависитъ отъ температуры. При 0° давленіе очень незначительно, оно можетъ поднять ртуть только на 4 миллиметра. При 100° давленіе настолько велико, что оно въ состояніи преодолѣть давленіе воздуха.

Ученикъ. А выше 100°? Можно ли вообще сдѣлать воду еще горячѣе?

Учитель. Конечно, можно; нужно только увеличить давленіе, не давая пару удалиться. Это происходитъ напримѣръ въ паровомъ котлѣ. Когда давленіе въ два раза больше чѣмъ давленіе воздуха, вода имѣетъ температуру въ 121°, а при температурѣ въ 180°, давленіе въ 10 разъ больше. Это высокое давленіе примѣняется въ паровой машинѣ. Ты всегда можешь увидѣть, какъ велико давленіе въ котлѣ, тебѣ нужно только взглянуть на указатель аппарата, который по вѣнштости напоминаетъ часы. Онъ называется манометромъ или измѣрителемъ давленія.

Ученикъ. Я часто видѣлъ этотъ аппаратъ, на немъ есть надпись „атм“; что означаетъ эта надпись?

Учитель. Это сокращенное слово „атмосфера“. Одна атмосфера это давленіе, которое производитъ воздухъ на поверхности земли, 5 атмосферъ означаетъ давленіе въ 5 разъ больше. Я сказалъ тебѣ, что паръ приводитъ въ дѣйствіе машины, но кромѣ того онъ еще употребляется для отопленія. Ты знаешь, на чемъ основано примѣненіе его для этой цѣли?

Ученикъ. Потому что онъ горячій, онъ нагрѣтъ вѣдь до 100°.

Учитель. Это не все; онъ отдаетъ гораздо больше тепла, чѣмъ вода при 100° .

Ученикъ. Это объясняется также, какъ въ случаѣ воды и льда.

Учитель. Совершенно вѣрно; чтобы воду температуры 100° превратить въ паръ такой же температуры, необходимо затратить очень большое количество работы, которая можетъ быть доставлена въ видѣ тепла. Мы можемъ приблизительно вычислить это. Отвѣсимъ сначала нѣкоторое количество воды и будемъ нагревать ее на лампѣ въ течение опредѣленнаго времени, а затѣмъ, зная количество воды и зная насколько поднялась температура, вычислимъ, сколько лампа отдаетъ теплоты каждую минуту. Затѣмъ мы на той же лампѣ будемъ кипятить воду нѣкоторое опредѣленное время; потомъ взвѣсимъ ее и изъ потери въ вѣсѣ узнаемъ, сколько образовалось пара. Тогда мы сможемъ вычислить, сколько калорий требуется на образование одного грамма пара.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ сдѣлать этотъ опытъ; какой мнѣ взять сосудъ?

Учитель. Возьми колбу, мы отвѣсимъ въ ней 200 гр. воды. Вставимъ въ нее термометръ, онъ показываетъ 18° . Лампа горитъ уже нѣкоторое время, и слѣдъ горитъ теперь ровнымъ пламенемъ; я ставлю ее подъ колбу и жду 15 минутъ. Такъ; какая теперь температура? Перебѣшай раньше воду!

Ученикъ. 78° . Значитъ, въ теченіе 15 минутъ поднялась на 60° , а въ 1 минуту на 4. Такъ какъ тамъ было 200 гр. воды, то лампа даетъ 800 кал. въ минуту.

Учитель. Правильно! Теперь вода начинаетъ кипѣть и я начинаю смотрѣть на часы. По прошествіи 10 минутъ, я отнимаю лампу и даю колбѣ немного охладиться. Взвѣшивание показываетъ, что она стала легче на 14 гр. значитъ, сколько калорий беретъ 1 гр. пара?

Ученикъ. 10 минутъ по 800 кал. составляетъ 8000 кал.; раздѣливъ на 14, получимъ 571 съ пробью.

Учитель. Довольно хорошо. Вѣрное число было бы 537 кал. Мы же нашли слишкомъ большое число оттого, что колба, нагревая до 100° , потеряла больше тепла, чѣмъ при первомъ опытѣ, между 17° и 78° .

Ученикъ. Я уже предполагаю, что здѣсь опять нужно приять во вниманіе разныя случайности, если хотѣтъ получить точныя числа.

Учитель. Верно, но точное измерение здесь даже немного затруднительнее, чем в опыте со льдом. Однако мы им не займемся теперь. Как ты видишь, теплота испарения воды еще значительно, чем теплота плавления, она почти в 7 раз больше последней.

Ученик. Да, теплота плавления была 81 кал.

Учитель. Поэтому можно пользоваться паром для того, чтобы перенести некоторое количество тепла с одного места на другое, причем этот перенос не трудно осуществить. В котле разогреть пар и доставлять его при помощи труб туда, где хотят иметь тепло. В школах и других общественных зданиях часто устраивается такое паровое отопление, при этом отоплении стоит только открыть или закрыть кран для того, чтобы помещение стало теплым или холодным.

Ученик. А когда пар отдает свое тепло, он ведь обращается в воду; куда же девается эта вода?

Учитель. Трубами ее отводить обратно в котел. Вода делается таким образом по трубам полный круговорот; теплота же, оттаявшая у котла в него уже не возвращается, а остается в помещении, которое обогревается. Тут происходит то же самое, что в локомотиве: поршень направляется от машины к месту работы, к колесу и возвращается обратно, но работа остается на колесе.

Ученик. В железнодорожных поездах тоже паровое отопление? Зимой часто видно, как из вагонов выходит пар.

Учитель. Да, там пользуются для этого излишним паром, который выходит из поршня локомотива после того, как он уже сделал свою работу. Итак, мы познакомились теперь с водой во всех трех ее состояниях. Но значение ее для нас этим еще не исчерпывается. Из других ее свойств важнейшим для нас является ее способность растворять разные вещества. Помнишь ли, что ты учил об этом?

Ученик. Помню кое-что. Ах, да, вода насыщается, когда в ней что-нибудь растворяется.

Учитель. Скажи точнее!

Ученик. Если воду смешать с таким веществом, которое может в ней раствориться, то в раствор переходить только определенное количество вещества; тогда вода насыщена и больше растворять не в состоянии.

Учитель. А когда ты берешь въ три раза больше воды?

Ученикъ. То въ ней растворится въ 3 раза больше вещества.

Учитель. Вѣрно! Но это вѣрно только для определенной температуры, если ты нагреешь воду...

Ученикъ. То она растворитъ больше.

Учитель. Это не всегда вѣрно. Конечно, для большинства веществъ это такъ, но бываютъ и такія вещества, которыя при разныхъ температурахъ растворяются въ одинаковомъ количествѣ. Обыкновенная поваренная соль есть вещество, которое почти одинаково растворимо въ холодной и теплой водѣ.

Ученикъ. А случается ли наоборотъ, что вещество въ теплѣ меньше растворяется?

Учитель. И это случается, но рѣдко.

Ученикъ. Какія вещества растворяются въ водѣ и какія не растворяются.

Учитель. Строго говоря, всѣ вещества растворимы. Но многія изъ нихъ растворяются въ такомъ незначительномъ количествѣ, что это можно замѣтить только тогда, если приблизиться къ особенно точнымъ пріемамъ.

Ученикъ. Но стекло вѣдь не можетъ растворяться въ водѣ!

Учитель. Именно стекло растворяется, хотя и мало, но замѣтите другихъ, мало растворимыхъ веществъ.

Ученикъ. И это можно замѣтить?

Учитель. Возьми немного свекловичнаго сока и вылей его на кусокъ стекла: онъ остается краснымъ. Но разотри это стекло съ сокомъ въ чашкѣ, и онъ сейчасъ станетъ синимъ и потомъ зеленымъ. Это происходитъ оттого, что при растираніи стекло растворяется и дѣйствуетъ на свекловичный сокъ такимъ образомъ, что онъ окрашивается въ зеленый цвѣтъ.

Ученикъ. А почему нужно растирать?

Учитель. Раствореніе происходитъ тѣмъ скорѣе чѣмъ больше поверхность, на которую дѣйствуетъ вода. При размѣльченіи же эта поверхность сильно увеличивается.

Ученикъ. Я этого не думалъ. Однако камни не растворяются во водѣ.

Учитель. Всѣ рѣчные и ключевыя воды содержатъ растворенныя вещества. Что это такъ, ты можешь видѣть на кухонномъ котлѣ, въ которомъ кипятятъ воду: на немъ осаждаются постороннія вещества въ видѣ сѣрой коры, которую называютъ котельной накипью.

Ученикъ Да, я недавно видѣлъ, какъ очищали котельную накипь. Она сильно пристала къ котлу.

Учитель Ну-съ, эти постороннія вещества извлекаются изъ горныхъ породъ черезъ которыя протекаетъ вода, раньше чѣмъ она вырывается наружу въ видѣ источника. Вѣдь вначалѣ эта вода была чистой дистиллированной водой.

Ученикъ Да? Кто же ее дистиллировалъ?

Учитель. Вода источниковъ образуется изъ дождя, который падаетъ на земную поверхность, просачивается черезъ почву и вытекаетъ наружу въ какомъ нибудь низкомъ мѣстѣ. А дождь изъ чего образуется?

Ученикъ. Изъ облаковъ.

Учитель. Такъ, а облака образуются отъ ступенія водяного пара, который заключается въ воздухѣ. Значитъ дождевая вода это дѣйствительно дистиллированная вода, даже свѣже дистиллированная. Но когда эта вода стекаетъ съ крышъ, она захватываетъ съ собою пыль, которая осѣла на нихъ, и поэтому она не всегда очень чистая. Какъ образуется вода въ облакахъ?

Ученикъ. Вода испаряется на поверхности земли и вѣтромъ уносится вверхъ.

Учитель. Это отчасти вѣрно, но для испаренія воды нужна теплота, и ты только что видѣлъ, сколько ее нужно. Откуда беретъ ся эта теплота?

Ученикъ. Это, должно быть, солнечная теплота.

Учитель. Конечно. Такъ какъ солнечные лучи могутъ нагрѣвать все то, что они встрѣчаютъ на своемъ пути, то они тоже представляютъ собою видъ энергии, который называется свѣтомъ или лучистой энергiей. Значитъ солнце производитъ работу испаренія воды и поднятія пара вверхъ. Когда же вода возвращается обратно въ видѣ дождя или снѣга, то она можетъ отдать часть взятой работы, напр. можетъ привести въ движеніе мельницу.

Ученикъ. Значитъ мельница приводится въ дѣйствіе собственно солнцемъ?

Учитель. Совершенно вѣрно; вѣдь если бы не появлялось солнце, то всѣ рѣки перестали бы течь. И вѣтряныя мельницы приводятся въ дѣйствіе солнцемъ, потому что вѣтры происходятъ также отъ дѣйствія солнца.

Ученикъ. Какъ все зависитъ другъ отъ друга! Теперь я буду смотрѣть на солнце и дождь совсѣмъ другими глазами.

Ученикъ Ты увидишь такую зависимость еще во многих других случаях. Вернемся къ способности воды растворять вещества. Воду, въ которой растворилось какое нибудь вещество, называютъ растворомъ этого вещества. Такие растворы применяются чаще, чѣмъ сами вещества.

Ученикъ. Почему?

Учитель. Потому что твердые вещества большей частью или почти не дѣйствуетъ другъ на друга, или же дѣйствуютъ очень медленно и неполно; для того чтобы они химически могли дѣйствовать другъ на друга, нужно, чтобы они приходили въ соприкосновение въ жидкомъ состоянii. Это можно сдѣлать двояко, посредствомъ плавления и посредствомъ растворения. Плавление чаще всего требуетъ высокой температуры, которую нелегко получить, тогда какъ растворение происходитъ очень легко. Кромѣ того, многие вещества измѣняются отъ дѣйствiя высокой температуры.

Ученикъ. Какъ я вижу, вода это почти главное вещество въ химii.

Учитель. Не только въ химii, но и въ повседневной жизни. Всѣ питательныя вещества содержатъ большее или меньшее количество воды; чай, кофе, молоко, вино, пиво и т. п.,—все это растворы (отчасти также механическія смѣси) различныхъ веществъ въ водѣ; кровь и всѣ другіе соки нашего тѣла также водные растворы. И въ растенiяхъ движутся жидкости; ты вѣдь знаешь, что всякое растенiе погибаетъ, когда оно высыхаетъ, т. е. когда оно лишается своей воды. То же самое нужно сказать и относительно всѣхъ животныхъ.

Ученикъ. Мнѣ и не снилось, что вода дѣйствительно такое важное вещество. Значитъ, нужно сказать, что безъ воды нѣтъ жизни!

Учитель. Конечно, это можно сказать, но можно также сказать: безъ кислорода нѣтъ жизни, безъ азота нѣтъ жизни, безъ желѣза нѣтъ жизни и т. д. Жизнь—такая сложная вещь, что для ея существованiя необходимо одновременное присутствiе цѣлой массы условий. Ты можешь представить себѣ ее въ видѣ натянутой цѣпи, состоящей изъ различныхъ звеньевъ, когда какое нибудь звено ломается, цѣпь разрывается, какъ бы ни были прочны остальные звенья. Такимъ же образомъ прекращается жизнь, когда не хватаетъ одного какого нибудь изъ необходимыхъ для нея условий; поэтому никакое условіе нельзя назвать самымъ важнымъ.

22. Азотъ.

Учитель. Сегодня мы познакомимся поближе съ воздухомъ.

Ученикъ. Мы знатнѣ изучаемъ всѣ четыре элемента сначала огонь, затѣмъ воду и землю, а теперь воздухъ!

Учитель. Древніе греки называли ихъ элементами, потому что они повсюду встрѣчались съ ними и поэтому не сомнѣвались въ ихъ важномъ значеніи. А такъ какъ мы тоже хотѣли изучать прежде всего самое важное, то понятно, и мы остановились на этихъ вещахъ. Что ты знаешь о воздухѣ?

Ученикъ. Что онъ газъ, но не элементъ, а смѣсь; одну тѣсную часть его составляетъ кислородъ и четыре пятыхъ другой газъ.

Учитель. Который называется азотомъ. Я уже сказалъ тебѣ, что азотъ, какъ и кислородъ, не имѣетъ цвѣта, запаха и вкуса, но что онъ отличается отъ кислорода тѣмъ, что не поддерживаетъ горѣнія. Кроме того онъ и самъ не горитъ, чѣмъ отличается отъ водорода.

Ученикъ. Значитъ азотъ не можетъ соединяться ни съ кислородомъ, ни съ другими веществами?

Учитель. Совершенно вѣрно; при обыкновенныхъ условияхъ онъ не можетъ соединяться. Азотъ совершенно особое вещество; онъ любитъ одиночество, неохотно вступаетъ въ соединенія съ другими элементами, а если и соединяется съ чѣмъ-нибудь, то какъ только представится случай, онъ тотчасъ отдѣляется. Поэтому воздухъ и содержитъ большое количество несоединеннаго ни съ чѣмъ азота; онъ газъ, и ему нигдѣ больше скопляться, какъ только въ воздухѣ.

Ученикъ. Не растворяется ли онъ въ водѣ?

Учитель. Очень мало, еще меньше, чѣмъ кислородъ. Приготовимъ немного азота. Какъ это сдѣлать?

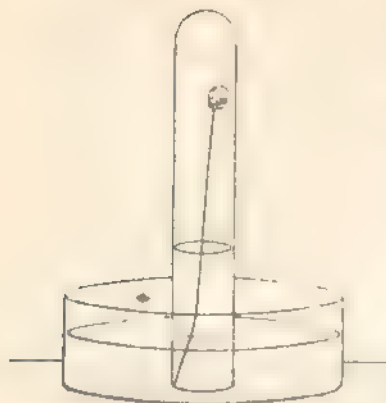
Ученикъ. Нужно отнять у воздуха кислородъ.

Учитель. Совершенно вѣрно, а какъ же его отнять?

Ученикъ. Можно сжечь что-нибудь въ воздухѣ, напримѣръ, свѣчу.

Учитель. Это очень неудобно. Во первыхъ при этомъ образуются другіе газы, которые смѣшиваются съ азотомъ; во вторыхъ свѣча потухаетъ гораздо раньше, чѣмъ исчезаетъ весь кислородъ. У насъ есть другое средство: это фосфоръ. Онъ имѣетъ свойство отнимать безъ всякаго остатка кислородъ изъ воздуха уже при обыкновенной температурѣ. Я вношу кусокъ фосфора, надѣтаго на про-

Рис. 38



кусочки фосфора, теперь она содержит одинъ лишь азотъ.

Ученикъ. Онъ такой же на видъ какъ и воздухъ.

Учитель. Ты сейчасъ убѣдишься въ томъ, что это не воздухъ. Я опускаю въ бутылку горящую лучину, и она сейчасъ же гухнетъ въ ней, какъ будто бы она попала въ воду.

Ученикъ. Дай мнѣ немного фосфора, чтобы я могъ повторить опытъ.

Учитель. Я не рѣшаюсь дать тебѣ фосфоръ, потому что онъ легко загорается и кромѣ того онъ очень ядовитъ. Я укажу тебѣ другой способъ. Есть одно соединеніе желѣза, которое называется желѣзнымъ купоросомъ и которое имѣетъ видъ зеленоватой соли. Если ты растворишь ее въ водѣ и смѣшаешь съ известью, то получишь жидкую кашу, которая очень быстро поглощаетъ кислородъ. Я приготавливаю такую кашу въ этой большой бутылкѣ, закрываю ее пробкой и сильно взбалтываю. Если я затѣмъ опрокину бутылку надъ водою и открою пробку, то въ бутылку тотчасъ войдетъ вода; а это показываетъ, что часть воздуха исчезла.

Ученикъ. Позволь мнѣ сдѣлать опытъ съ лучиной. Вѣрно! она тотчасъ гухнетъ.

Учитель. Много опытовъ съ азотомъ я не могу продолжать.

1) Чтобы падѣль фосфоръ на ровномъ его кускѣ расплавилъ въ горячей водѣ, сдѣлайте изъ пластмассы фосфоръ топить въ горячей водѣ и затѣмъ отлить въ я.

такъ какъ онъ не имѣетъ стремленія къ химическимъ соединеніямъ и слѣдовательно не годится для химическихъ реакцій.

Ученикъ. Онъ такой же легкій, какъ водородъ?

Учитель. Нѣтъ, такъ какъ онъ составляетъ главную составную часть воздуха. Но онъ имѣетъ почти такую же плотность, что и воздухъ. Онъ немного легче воздуха, потому что кислородъ не много плотнѣе его.

Ученикъ. Значитъ азотъ довольно маловажный элементъ, который не нуженъ для всего того, что происходитъ на землѣ.

Учитель. Нѣтъ, это совсѣмъ не такъ. Азотъ одинаково необходимъ какъ въ мирное, такъ и въ военное время. Онъ образуетъ постоянную составную часть всѣхъ живыхъ существъ животныхъ и растений; затѣмъ соединенія азота составляютъ главную часть пороха, искусственныхъ красокъ и безчисленнаго множества другихъ веществъ, которыя имѣютъ важное значеніе въ промышленности и въ повседневной жизни. Въ то время какъ свободный азотъ ничего не стоитъ, потому что онъ содержится въ воздухѣ въ большомъ количествѣ, связанный азотъ имѣетъ большую цѣнность. 1 килограммъ его стоитъ около 45 копеекъ.

Ученикъ. Тогда нужно брать азотъ изъ воздуха и соединять его съ какимъ нибудь элементомъ!

Учитель. Да, но въ этомъ именно и заключается затрудненіе; это соединеніе обходится слишкомъ дорого, и цѣна азота опять получается высокая.

Ученикъ. Отчего же это? Вѣдь превратить кислородъ или водородъ въ соединенія ничего не стоитъ; соединеніе происходитъ само по себѣ.

Учитель. Вотъ тутъ-то и есть разница; азотъ не соединяется съ другими элементами „самъ собой“. Ты хочешь, я вижу, спросить: почему это такъ? Потому что кислородъ и водородъ, переходя въ соединеніе, отдають при этомъ работу; ты вѣдь видѣлъ, какъ много они при этомъ выделяютъ тепла. А когда мы хотимъ азотъ перенести въ соединенія его, мы должны для этого приложить или затратить работу. И такъ какъ работа нигдѣ даромъ не дается, то связанный азотъ стоитъ гораздо больше, чѣмъ свободный, совершенно обратное наблюдается при водородѣ.

Ученикъ. Но не при кислородѣ.

Учитель. Работу, необходимую для получения свободного кислорода, дѣлають растения; ты скоро познакомишься съ этимъ ближе. А такъ какъ свободный кислородъ не остается въ растенияхъ, а

разсеивается въ воздухѣ, то онъ не имѣеть никакой цѣны. Если бы кислородъ былъ твердымъ или жидкимъ веществомъ, его можно было бы собирать и продавать, какъ собираютъ и продаютъ теперь зерна и плоды.

Ученикъ. Значитъ, цѣнность этихъ веществъ заключается не въ нихъ самихъ, а въ работѣ, которая связана съ ними.

Учитель. Мысль твоя правильна, только ты неудачно выразился. Вещества вообще не существуютъ безъ извѣстнаго, опредѣленнаго ими, принадлежащаго запаса работы или энергii. Значитъ нельзя говорить о веществахъ безъ этой энергii. Дѣло заключается въ томъ, что въ однихъ случаяхъ несвязанные элементы обладаютъ большимъ запасомъ энергii, чѣмъ ихъ соединенiе, въ другихъ случаяхъ (напр. азотъ) наоборотъ. Смотря по тому, существуетъ ли то или иное отношенiе, большей цѣнностью обладають то элементы, то соединенiя.

Ученикъ. Но во всякомъ случаѣ цѣнность заключается въ энергii.

Учитель. Въ общемъ это вѣрно.

Ученикъ. Ты сказалъ, что соединенiя азота играютъ важную роль на войнѣ, потому что изъ нихъ готовятъ порохъ; это тоже имѣетъ связь съ вопросомъ о работѣ?

Учитель. Конечно. Вѣдь огнестрѣльное оружiе это также работающая машина!

Ученикъ. Ого! Но оно служить для разрушенiя, а не для работы.

Учитель. То, что ты называешь разрушенiемъ, есть во всякомъ случаѣ работа. Первая задача заключается въ томъ, чтобы сообщить пулѣ въ ружьѣ извѣстную, большую скорость. Что для этого нужна значительная работа, ты испыталъ на самомъ себѣ, когда бросалъ камни или другiе предметы.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю тебя. Въ газовыхъ машинахъ, о которыхъ ты раньше говорилъ, также пользуются вспышкой для работы.

Учитель. Совершенно вѣрно; а когда хотятъ разрушить большiя скалы или массы льда, на что требуется очень большiя работа, то ихъ, какъ ты знаешь, взрываютъ порохомъ. Вотъ тебѣ ясный примѣръ такой работы.

Ученикъ. Да, я это вижу. Но причѣмъ же здѣсь азотъ?

Учитель. Такъ какъ въ соединенiяхъ азота больше работы, чѣмъ въ свободномъ азотѣ, то ими можно пользоваться для того, чтобы производить работу.

Ученикъ. Ага, вотъ въ чемъ дѣло!

Учитель. Да, по крайней мѣрѣ отчасти.

Ученикъ. Пожалуйста, отвѣть мнѣ еще на одинъ вопросъ, который я хотѣлъ еще раньше предложить. Ты сказалъ, что азотъ очень легко выдѣляется изъ своихъ соединений и становится свободнымъ. Такъ почему же существуетъ все таки связанный азотъ, почему онъ не становится весь свободнымъ?

Учитель. Ты задалъ очень удачный вопросъ. Отвѣтъ таковъ потому что различнаго рода работа, которая совершается въ природѣ, производить также и соединения азота, связывая его. Такъ, нѣкоторыя растения, а именно, бобовыя, какъ горохъ, бобы и др. имѣютъ способность часть своей работы употреблять на то, что бы связывать азотъ. Электрическіе разряды въ воздухѣ, или молнія, тоже переводятъ свободный азотъ въ соединения. Кромѣ того съ связаннымъ азотомъ поступаютъ очень осмотрительно. Отбросы животныхъ содержатъ довольно много такого азота, и сельскій хозяинъ, удобряя навозомъ свои поля, возвращаетъ связанный азотъ въ почву, гдѣ онъ воспринимается растениями.

Ученикъ. Вотъ значить почему удобряютъ поля! Я никогда не могъ понять, какую пользу могутъ принести растениямъ эти вещества съ сквернымъ запахомъ.

Учитель. Кромѣ связаннаго азота, въ удобрении имѣются еще нѣкоторыя другія вещества, которые нужны растениямъ; но азотъ между ними самый важный, потому что онъ— самый дорогой. Но если бы можно было лишить удобрения ихъ сквернаго запаха, это было бы только полезно, такъ какъ вещества, имѣющія непріятный запахъ, также содержатъ азотъ, а когда они уходятъ въ воздухъ, мы теряемъ азотъ.

Ученикъ. Значить азотъ— вонючее вещество? Der Stickstoff ist also ein Slinkstoff).

Учитель. Пожалуй можно такъ сказать. Тебѣ знакомъ запахъ, который получается при сжиганіи шерсти?

Ученикъ. Да, отвратительный запахъ!

Учитель. Многія другія вещества издаютъ такой же запахъ, напримѣръ, роги, мясо, кожа и т. д. Всѣ эти вещества содержатъ азотъ; но этому запаху ихъ можно отличить отъ другихъ веществъ, которые не содержатъ азота. Сахаръ, дерево, крахмалъ напримѣръ также пахнутъ непріятно при горѣніи, но они не имѣютъ этого особенно противнаго запаха, они въ то же время не содержатъ азота.

Ученикъ. Когда молоко сбѣгаетъ, то оно издаетъ такой же скверный запахъ, какъ жженный волосъ. Развѣ молоко содержитъ азотъ?

Учитель. Конечно, содержащееся въ молоко вещество, изъ котораго образуется сыръ, есть соединеніе азота.

Ученикъ. Старый сыръ тоже дурно пахнетъ, но иначе.

Учитель. И это зависитъ отъ соединеній азота.

Ученикъ. Развѣ всѣ соединенія азота дурно пахнутъ?

Учитель. Не всѣ, но большая часть. Но азотъ не единственный элементъ, съ такимъ неприятнымъ свойствомъ, и соединенія съры также имѣютъ неприятный запахъ, но совсѣмъ другого рода.

23. Воздухъ.

Ученикъ. Ты вчера много рассказывалъ мнѣ о соединеніяхъ азота, но не одного изъ нихъ ты точно не описалъ и не показалъ мнѣ. Вѣдь ихъ должно быть цѣлая кучка.

Учитель. Да это такъ; съ отдельными соединеніями ты познакомишься позже, такъ какъ они показываютъ довольно сложныя отношенія. Пока же у насъ будетъ еще довольно дѣла съ свободнымъ азотомъ.

Ученикъ. Я думалъ, что о немъ много говорить не приходится. Да и ты самъ говорилъ тоже.

Учитель. Да, пока дѣло шло объ свойствахъ его, какъ элемента. Но такъ какъ азотъ образуетъ главную составную часть воздуха, то мы и займемся теперь послѣднимъ. Вся наша жизнь проходитъ въ воздухѣ, и все, что мы дѣлаемъ, также происходитъ въ воздухѣ; значить мы должны хорошо знать его свойства и уметь правильно пользоваться ими, если только мы не хотимъ на каждомъ шагѣ наткаться на затрудненія.

Ученикъ. Да, безъ воздуха нельзя жить. Но вѣдь ты сказалъ мнѣ, что это зависитъ только отъ кислорода, и что названіе азотъ этотъ газъ получилъ потому, что животныя въ немъ не могутъ жить.

Учитель. Совершенно вѣрно; и болѣе мы объ этомъ не будемъ говорить. Но воздухъ — газъ; изъ всѣхъ газовъ онъ — наиболѣе известный и распространенный. Поэтому мы на немъ подробно изучимъ свойства газовъ.

Ученикъ. Я очень радъ этому, такъ какъ долженъ сознаться, что газы я совсѣмъ ясно представляю себѣ. Твердыя и жидкія

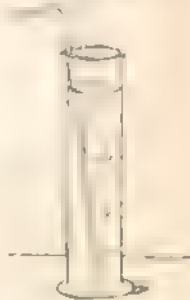
тѣла можно видѣть и оцупать; но нельзя видѣть, находится ли въ бутылкѣ кислородъ или водородъ или же обыкновенный воздухъ, все равно какъ если бы въ бутылкѣ ничего не было.

Учитель. Я согласенъ съ тобою, такъ какъ газы трудно уви-
дѣть, то о нихъ обыкновенно извѣстно немногое. Поэтому я хочу
тебѣ показать хоть кое-что. Ты вѣдь знаешь, что мы живемъ въ
нѣкоторомъ газѣ, въ воздухѣ. Что воздухъ есть тѣло, мы узнаемъ
по премя вѣтра и бури, движущійся воздухъ можетъ, какъ и дви-
жущееся твердое или жидкое тѣло, привести въ движение другія
тѣла, можетъ опрокинуть или разломать ихъ.

Ученикъ. Почему же мы не можемъ видѣть воздуха?

Учитель. Потому что мы находимся въ
немъ. И рыбы не могутъ видѣть воды, въ ко-
торой онѣ плаваютъ. Но когда воздухъ окру-
женъ водой, то его можно увидѣть. Я вдуваю
воздухъ при помощи трубки въ высокій стаканъ,
наполненный водой, теперь ты очень хорошо
можешь замѣтить шаровидные пузырьки воздуха
(фиг. 39).

Рис. 39.



Ученикъ. Но въ самыхъ пузырькахъ я
ничего не вижу.

Учитель. Конечно, потому что воздухъ
прозраченъ. Въ водѣ, которая въ этомъ стаканѣ,
ты тоже ничего не видишь, ты замѣчаешь лишь
границы между водой и воздухомъ или стекломъ. То же самое и
съ воздушнымъ пузырькомъ.

Ученикъ. Теперь я не понимаю, какъ мы можемъ видѣть
воздухъ въ водѣ, если эти оба тѣла прозрачны.

Учитель. Хотя оба они прозрачны, однако они различно
впляютъ на свѣтъ, который проходитъ черезъ нихъ. Въ физикѣ это
называется различнымъ преломленіемъ свѣта. Поэтому ты и не ви-
дишь никакого особеннаго цвѣта, а видишь только переходъ отъ
свѣтлаго къ темному. Но теперь мы точнѣе изучимъ воздухъ съ
другой стороны. На урокахъ физики ты уже слышалъ кое-что о
воздушномъ давленіи и о барометрѣ. Займемся этими вещами. Что
такое барометръ?

Ученикъ. Это - наполненная ртутью трубка, открытая снизу
и закрытая сверху.

Учитель. Приблизительно вѣрно. Вотъ у меня стеклянная
трубка, которую я могу запирать сверху при помощи стекляннаго

Рис. 40.



крана. Нижний конецъ ея посредствомъ каучука соединенъ съ другой открытой трубкой (фиг. 40). Я открываю кранъ и вливаю ртуть въ другую трубку до тѣхъ поръ, пока вся каучуковая трубка и обѣ стеклянныя трубки не будутъ на половину наполнены ртутью. Я укрѣпляю трубки въ вертикальномъ положеніи; какое положеніе приметъ тогда ртуть?

Ученикъ. По закону сообщающихся трубокъ ртуть должна съ обѣихъ сторонъ стоять на одинаковомъ уровнѣ. Смотри такъ и есть.

Учитель. А если я теперь подниму трубку, которая не имѣетъ крана?

Ученикъ. Тогда ртуть поднимется въ другой трубкѣ. Смотри, вотъ она уже выходитъ изъ крана.

Учитель. Я закрываю кранъ. Теперь я опускаю другую трубку. Но ртуть не падаетъ, а остается на уровнѣ крана. Почему?

Ученикъ. Потому что кранъ закрытъ и воздухъ не можетъ войти.

Учитель. Какое отношеніе имѣетъ здѣсь воздухъ къ уровню ртути?

Ученикъ. Здѣсь дѣло идетъ о давленіи воздуха. Погоди, я хочу сообразить. Да, въ открытой трубкѣ воздухъ можетъ давить на ртуть, въ закрытой — не можетъ.

Учитель. Вѣрно! Но теперь ртуть начинаетъ подъ краномъ понижаться. Кранъ не сталъ плохо заирать, потому что, когда я поднимаю другую трубку, то ртуть опять поднимается до крана. Когда я опускаю, ртуть опять падаетъ. Почему это такъ?

Ученикъ. Давленіе воздуха не можетъ болѣе удерживать ртуть.

Учитель. Конечно. Когда я поднимаю открытую трубку, ртуть поднимается въ другой трубкѣ; когда я опускаю ее, ртуть падаетъ. Теперь мы сдѣлаемъ нѣкоторые измѣренія. Я ставлю обѣ трубки вплотную другъ возлѣ друга и прикладываю метръ къ верхушкѣ нижняго столбика ртути (столбика открытой трубки). Выше стоящей столбикъ ртути (въ закрытой трубкѣ) приходится противъ 75 сантиметровъ. Если я теперь буду опускать или поднимать трубки, окажется, что разниця высотъ всегда составляетъ 75 сантим. Значитъ давленіе воздуха равно 75 сантим.

Ученикъ. Да, это высота барометра.

Учитель. Конечно, нашъ аппаратъ и есть барометръ. Но вѣдь давление воздуха это — давление, а 75 сантим. это — длина. Какъ же можно давление выражать длиной?

Ученикъ. Давление жидкости зависитъ отъ ея высоты.

Учитель. Зависитъ ли оно также отъ ширины жидкости?

Ученикъ. Нѣтъ, я училъ, что оно зависитъ только отъ высоты.

Учитель. Да, когда мы имѣемъ дѣло съ одной и той же жидкостью. Но при различныхъ жидкостяхъ давление зависитъ также еще отъ плотности. Ртуть въ 13¹ разъ плотнѣе воды, поэтому она, при одинаковой высотѣ, давитъ въ 13¹ разъ сильнѣе. Значитъ, для того чтобы получить съ водой такое же давление, какъ съ ртутью —

Ученикъ. Нужно взять столбъ воды, который въ 13¹ разъ меньше.

Учитель. Ты сказалъ какъ разъ наоборотъ. Разсуждай-ка вслухъ!

Ученикъ. Ртуть въ 13¹ разъ плотнѣе воды, слѣдовательно она давитъ въ 13¹ разъ сильнѣе, или вода давитъ въ 13¹ разъ слабѣе, чѣмъ ртуть; а чтобы получить одинаковое давление, да, теперь я понялъ... для этого высота воды должна быть въ 13¹ разъ больше.

Учитель. Такъ это вѣрно. Итакъ, какую высоту будетъ имѣть водяной барометръ?

Ученикъ. 13¹ разъ 75 сантим. составитъ 1012¹.

Учитель. Да, немногимъ больше 10 метровъ. Теперь вспомни, остается ли давление воздуха всегда одинаковымъ?

Ученикъ. Нѣтъ, оно измѣняется, въ хорошую погоду барометръ стоитъ высоко, во время дождя — низко.

Учитель. Да, часто при сильномъ давлении воздуха бываетъ хорошая погода и наоборотъ, хотя это и не всегда такъ, потому что на давление воздуха влечутъ различныя причины. Однако мы не будемъ заниматься теперь этимъ вопросомъ. — Ты знаешь, что давление, соответствующее 76 сантим. ртутнаго столба, принимается за единицу, которую называютъ одной атмосферой. Ты, кстати, знаешь, что называется атмосферой?

Ученикъ. Да, — воздухъ!

Учитель. Собственно — „воздушная сфера“. Итакъ, подъ словомъ „атмосфера“ — подразумѣвается давление воздуха. Въ физикѣ давления выражаются обыкновенно въ сантиметрахъ ртути. Значитъ 1 атм. 76 сантим. ртути, 1 сантим. ртути — $\frac{1}{76}$ атм. Сегодня давле-

ние воздуха составляет только 75 сант., т. е. 10^{-16} или 0,987 атм. Если я теперь опять приподниму открытую трубку и затѣмь открою кранъ, то я смогу ввести въ трубку определенное количество воздуха; и этотъ вошедшій въ трубку воздухъ, какъ и остальной воздухъ въ этой комнатѣ, производитъ давленіе въ 75 сант. ртути. Я такъ устанавливаю ртуть, чтобы она стояла на дѣленіи 100 въ трубкѣ съ краномъ. Это значитъ, что въ трубкѣ находится 100 сантм. воздуха. Теперь я опять закрываю кранъ, такъ что этотъ воздухъ можетъ измѣнять свой объемъ только вслѣдствіе движенія ртути. Теперь аппаратъ готовъ для опытовъ.

Ученикъ. А какие опыты ты хочешь дѣлать?

Учитель. Я хочу показать тебѣ, какъ измѣняется объемъ воздуха съ измѣненіемъ давленія. Сначала я опускаю вторую трубку, что ты видишь?

Ученикъ. Ртуть понижается и въ первой трубкѣ, но гораздо меньше.

Учитель. Измѣримъ, какое пространство занимаетъ теперь воздухъ и подъ какимъ давленіемъ онъ находится. Пространство я могу опредѣлить по дѣленіямъ, которыя нанесены на трубку; оно равно 120 сантм. Чтобы опредѣлить давленіе, я долженъ измѣрить разницу высотъ ртути; она составляетъ 12,5 сантм. Чему же равно теперь давленіе воздуха?

Ученикъ. 12,5 сантм. ртути.

Учитель. Неправда!

Ученикъ. Да вѣдь ты самъ только что сказалъ это.

Учитель. Я сказалъ, что разница высотъ равна 12,5 сантм. А гдѣ ртуть стоитъ выше?

Ученикъ. Въ трубкѣ съ краномъ, гдѣ запертъ воздухъ. Да, значитъ въ ней давленіе должно быть тамъ меньше!

Учитель. Меньше, чѣмъ что?

Ученикъ. Чѣмъ оно было сначала.

Учитель. Вѣрно! а какъ велико оно было сначала?

Ученикъ. Я этого не знаю.

Учитель. Нѣтъ, ты это знаешь! Подумай-ка! Что я сказалъ тебѣ въ началѣ опыта? Какъ велико было давленіе воздуха, когда я заперъ его въ трубкѣ повернувъ кранъ?

Ученикъ. Ахъ, теперь я вспоминаю; оно было равно давленію воздуха, т. е. 75 сантм.

Учитель. А теперь чему оно равно?

Ученикъ. Меньше на 12,5 сантм., т. е. 62,5 сантм. Вѣрно!

Учитель. Да; теперь мы приведемъ трубки еще въ нѣсколько различныхъ положеній и будемъ каждый разъ опредѣлять объемъ и давление. Все это напишемъ въ слѣдующей таблицѣ.

Давленіе			объемъ		
75	сантм.	ртути	100	куб	сантм
62,5	"	"	120	"	"
60,0	"	"	150	"	"
37,5	"	"	200	"	"
25,0	"	"	300	"	"

Ученикъ. Зачѣмъ намъ эта таблица?

Учитель. Я хочу показать тебѣ, какимъ образомъ открываютъ законы природы. Мы имѣемъ двѣ величины—давление и объемъ, которыя измѣняются одна въ зависимости отъ другой; любому значенію одной величины соответствуетъ опредѣленное, а не произвольное значение другой величины.

Ученикъ. Но въ объемъ зависитъ отъ давления, а не давление отъ объема, потому что, если мы хотимъ имѣть опредѣленный объемъ, то мы должны раньше измѣнить давление.

Учитель. Это зависитъ отъ того, какъ построенъ аппаратъ. Если ты закроешь отверстие пустого, т. е. наполненнаго воздухомъ, употребляемаго велосипедистами воздушнаго насоса и затѣмъ будешь вдавливаетъ поршень внутрь, ты по своему желанію можешь уменьшать объемъ воздуха и при этомъ легко замѣтишь, какъ увеличивается давление и какъ затрудняется движеніе поршня.

Ученикъ. Да, это вѣрно.

Учитель. И на нашей таблицѣ ты видишь, что, чѣмъ больше давление, тѣмъ меньше объемъ. Обозначимъ давление черезъ p , а пространство или объемъ черезъ v , мы знаемъ, что каждому значенію p и соответствуетъ опредѣленное значение v .

Ученикъ. Для чего же намъ здѣсь законъ природы?

Учитель. Онъ долженъ сдѣлать для насъ возможнымъ изъ каждаго значенія p вычислить отвѣчающее ему значеніе v и наоборотъ.

Ученикъ. Какъ же это?

Учитель. А такъ, что мы находимъ такое равенство или такую формулу, которая изъ одного значенія выводитъ другое.

Ученикъ. Я не понимаю этого.

Учитель. Представь себѣ, что ты имѣешь десять яблокъ, нѣкоторые изъ нихъ въ карманѣ, другія въ рукѣ. Обозначимъ че-

резъ t число яблокъ въ карманѣ, черезъ b число яблокъ въ рукѣ; если ты знаешь b , ты можешь вычислить t и наоборотъ. На чемъ основана эта возможность?

Ученикъ. На томъ, что я знаю, что всѣхъ яблокъ 10.

Учитель. Значитъ сумма t и b равна 10, и ты имѣешь формулу: $t + b = 10$. Изъ этой формулы ты можешь вычислить t , когда дано b , и вычислить b , когда дано t .

Ученикъ. Это забавно. Но вѣдь оно собственно излишне, потому что я это знаю и безъ формулы.

Учитель. Только оттого, что формула очень проста и что подобныя задачи очень часто приходится рѣшать. Но можетъ быть мы сумѣемъ найти такую же простую формулу для давленія и объема воздуха.

Ученикъ. Позволь, я попробую! 75 100 175; 62, 5 120
=182,5; 60 150 210 Нѣтъ, не выходитъ, сумма становится все больше.

Учитель. Значитъ такая формула не годится. Ты впрочемъ могъ предвидѣть это, такъ какъ складывать можно только однородныя величины, напр. яблоки съ яблоками, но не разнородныя, какъ давленія съ объемами.

Ученикъ. Да, но какая же можетъ быть иная формула?

Учитель. Когда p увеличивается, v уменьшается. Какое же еще отношеніе можетъ существовать между p и v , которое удовлетворяло бы этому условію?

Ученикъ. Должно быть такихъ отношеній много.

Учитель. Конечно, но простыхъ немного. Найди-ка возможно простое помимо суммы.

Ученикъ. Можетъ быть произведение? Если одинъ множитель увеличивается, то другой долженъ уменьшаться, для того чтобы произведение осталось тѣмъ же самымъ.

Учитель. Попробуй, подходитъ ли это здѣсь?

Ученикъ. $75 \times 100 = 7500$, $62,5 \times 120 = 7500$; $50 \times 150 = 7500$; $37,5 \times 200 = 7500$, $25 \times 300 = 7500$. Да это подходитъ!

Учитель. Напиши же формулу!

Ученикъ. $p \times v = 7500$.

Учитель. Правильно. Значитъ ты теперь нашелъ законъ природы, который связываетъ другъ съ другомъ давленіе и объемъ или выражаетъ зависимость ихъ другъ отъ друга.

Ученикъ. Безъ тебя я бы не нашелъ этого!

Учитель. Я думаю.

Ученикъ. Скажи, а ты самъ вывелъ это?

Учитель. Нѣтъ уже почти 200 лѣтъ тому назадъ это нашелъ одинъ англійскій физикъ, по имени Бойль, вслѣдствіе чего и законъ называется закономъ Бойля. Но мы еще не выразили этотъ законъ въ вѣдѣ удобной формѣ. Если мы будемъ выражать давления p въ сантиметрахъ ртутью, а въ атмосферѣхъ, то всѣ значенія p станутъ въ 76 разъ меньше. Тогда и произведение $p \times v$ будетъ не 7500, а $\frac{7500}{76} = 98.7$ а тогда формула получитъ бы законъ видъ $p \times v = 98.7$.

Ученикъ. Я это понимаю.

Учитель. Далѣе, если бы я имѣлъ сначала не 100, а только 80 куб. сантим. воздуха.

Ученикъ. То произведение было бы равно $75 \times 80 = 6000$.

Учитель. Да, таково было бы первое произведение. А каковы были бы другія произведенія?

Ученикъ. Этого нельзя предвидѣть.

Учитель. Можно. Нужно только подумать. Я бы имѣлъ $v = 100$ или $v = 1$, прежнія количества воздуха. Что бы я потомъ ни продѣлывалъ съ воздухомъ, его количество всегда составляло бы v первоначальнаго, и поэтому его объемъ при всякихъ обстоятельствахъ долженъ былъ бы составлять v , того объема который занимало первоначальное количество воздуха, значить всѣ значенія для v оказались бы меньше въ такомъ же отношеніи.

Ученикъ. А развѣ значенія p не уменьшились бы въ этомъ же отношеніи?

Учитель. Нѣтъ. Давление распространяется по всей массѣ воздуха и остается одинаковымъ, независимо отъ того, берешь ли ты большую или малую часть его. Вѣдь и гдѣ 100 куб. сантим., съ которыми мы продѣлали опытъ, составляли совершенно произвольную часть комнатнаго воздуха, который вездѣ имѣлъ давление въ 75 куб. сантим.

Ученикъ. Почему съ давлениями бываетъ иначе, чѣмъ съ объемами?

Учитель. Какъ я тебѣ уже нѣсколько разъ говорилъ, ты въ такихъ случаяхъ не долженъ спрашивать, почему а долженъ только замѣтить себѣ, что нѣкоторыя величины показывають одиѣ отношенія, другія же относятся иначе. Съ давлениями сходна въ этомъ отношеніи температура. Если напр. масса воды нагрѣта до определенной температуры, то каждая часть этой массы имѣетъ такую же температуру, независимо отъ своей величины.

Ученикъ. Но какая нибудь масса воды можетъ въ различныхъ мѣстахъ имѣть различныя температуры.

Учитель. Конечно, но я говорю о массахъ, которыя имѣютъ вездѣ одинаковую температуру. Однако и здѣсь видно сходство между температурой и давлениемъ если въ различныхъ точкахъ массы бывають различныя температуры или различныя давления, то эти температуры или давления не остаются постоянно различными, а уравниваются другъ съ другомъ. Но мы должны вернуться къ нашимъ опытамъ. Ты видѣлъ, что число 7500, которое ты раньше постоянно получалъ при умноженіи, есть число случайное, такъ какъ оно зависитъ отъ количества воздуха и отъ единицъ, принятыхъ для измѣренія температуры и давления. Мы должны дать нашей формулѣ такой видъ, чтобы была исключена такая случайность. Поэтому мы напишемъ законъ Бойля въ такой формѣ $pV = C$.

Ученикъ. Что означаетъ C ?

Учитель. Оно означаетъ, что произведение pV имѣетъ всегда какую-нибудь определенную величину, которая остается неизмѣнной до тѣхъ поръ, пока измѣняются только p и V . Поэтому p и V называются переменными величинами или просто переменными, и C называется константой, т. е. постоянной, неизмѣнной величиной.

Ученикъ. Но вѣдь и C можетъ имѣть различныя значенія.

Учитель. Да, если измѣняется количество воздуха. Ты уже видѣлъ, что произведение pV увеличивается или уменьшается въ томъ же отношеніи, въ какомъ увеличивается или уменьшается количество воздуха. Если мы обозначимъ черезъ m это количество, то мы можемъ написать $C = mK$, гдѣ K обозначаемъ другую постоянную величину, которая не зависитъ болѣе отъ количества m .

Вставивъ это значеніе C въ уравненіе, получимъ $pV = mK$ или $\frac{pV}{m} = K$.

Ученикъ. Какая польза въ этой формулѣ?

Учитель. При помощи ея очень удобно можно примѣнять этотъ законъ для любого количества газа. Если это количество измѣняется въ куб. сантиметрахъ при давленіи въ 75 сантим., то наша первоначальная константа C равна 7500, слѣд. 7500 : 100 K или $K = 75$. Вставивъ число 75 въ послѣднее уравненіе, мы получимъ

$$\frac{pV}{m} = 75$$

т. е. получимъ равенство, которое примѣнимо при всѣхъ опытахъ съ любымъ количествомъ воздуха.

Ученикъ Я хотѣлъ бы убѣдиться въ этомъ!

Учитель Мы сейчасъ сдѣлаемъ опытъ Я запираю въ трубку 60 куб. смтм воздуха при обыкновенномъ атмосферномъ давлении и опускаю затѣмъ вторую трубку до тѣхъ поръ, пока объемъ воздуха не увеличится до 100 куб. смтм Какое получится тогда давление?

Ученикъ Я не могу этого знать!

Учитель А ты долженъ былъ бы знать, ябъ это легко вывести изъ формулы Тебѣ нужно только вставить въ нее соотвѣствующія числа и вычислить p Тебѣ извѣстны объемъ $v = 100$ и количество $m = 60$

Ученикъ
$$p = \frac{p \times 100}{60} = 75, \text{ слѣд } p = 45$$
 Давление равно 45 сантим

Учитель А какъ это проверить?

Ученикъ Позволь, я могу это сдѣлать Давление воздуха 75 сантим., а 75 - 45 = 30, значитъ ртуть въ открытой трубкѣ должна стоять на 30 сантим. ниже, чѣмъ ртуть въ закрытой трубкѣ Хочешь, чтобы я измѣрилъ?

Учитель. Да.

Ученикъ Оно такъ и выходитъ!

Учитель Это тебя удивляетъ?

Ученикъ Да это мнѣ кажется поразительнымъ

Учитель. Что именно?

Ученикъ А то, что это можно было напередъ сказать

Учитель Законы природы для того вообще и служатъ, чтобы съ ихъ помощью можно было предсказать то, что случится въ будущемъ. Вспомни только о предсказаніяхъ солнечныхъ и лунныхъ затмѣній.

Ученикъ. Да, я все это уже понять, но еще не привыкъ къ этому.

Учитель Это вполнѣ естественно; но такъ какъ позже мы часто еще будемъ имѣть дѣло съ подобными вещами, то ты привыкнешь къ нимъ

Непрерывность и точность.

Учитель. Понялъ ли ты все, что я говорить тебѣ вчера о законѣ Бойля?

Ученикъ Да, я понялъ все, что ты говорилъ; но я не могу понять кой чего другого, о чемъ ты не говорилъ

Учитель. Спрашивай!

Ученикъ. Вчера мы измѣрили пять или шесть различныхъ объемовъ и давлений. Загѣмъ ты вывелъ формулу $pV = 7500$, которая относится къ нѣсколькимъ случаямъ, и примѣнить ее ко всѣмъ другимъ случаямъ. Развѣ такъ можно?

Учитель. Это вопросъ неглупый, и я постараюсь дать тебѣ отвѣтъ на него. Если ты дуешь нѣсколько разъ въ дѣтскую трубу и при этомъ всегда получается одинъ и тотъ же звукъ, ты вправѣ ожидать, что и въ будущемъ, когда бы ты ни вздумалъ подуть въ трубу, ты услышишь тотъ же звукъ.

Ученикъ. Конечно.

Учитель. То же самое и относительно формулы. Всякій разъ, когда ты умножалъ давление на объемъ газа, ты получалъ число 7500. Следовательно, мы должны ожидать, что и въ будущемъ будетъ то же самое. И ты видишь, что наше ожидание сбылось, мы проверили формулу и нашли ее правильной.

Ученикъ. Гмъ, такъ. Я не думалъ, что дѣло такъ просто.

Учитель. Оно, положимъ, и не такъ уже просто. Здѣсь дѣло идетъ объ извѣстномъ очень важномъ всеобщемъ законѣ, который мы постоянно примѣняемъ.

Ученикъ. Законъ, который общеизвѣстенъ! Я не знаю такого закона!

Учитель. Нѣтъ, ты его знаешь, потому что ты постоянно примѣняешь его, но ты только не привыкъ выражать его въ формулѣ закона. Это законъ постоянства явленій природы.

Ученикъ. А что говорить этотъ законъ?

Учитель. Если явление происходитъ при определенныхъ условіяхъ, то оно будетъ происходить и въ будущемъ, когда эти условія опять будутъ налицо.

Ученикъ. Да это само собой понятно.

Учитель. Само собой понятнымъ обыкновенно называютъ то, что не продумано какъ слѣдуетъ. А вотъ раньше ты вѣдь задалъ вопросъ, на который отвѣчаетъ нашъ законъ.

Ученикъ. Да, но это былъ новый случай для меня.

Учитель. Это было только новое примѣнение общаго закона, а не новый законъ. Ты видишь теперь, какъ важно уметь ясно выразить такіе законы, которые „сами собой понятны“? Если бы тебѣ раньше былъ извѣстенъ законъ въ этой формѣ, ты бы самъ могъ отвѣтить на поставленный тобою вопросъ.

Ученикъ. Въ будущемъ я такъ и буду поступать. Однако

это еще не все, что я хотѣлъ бы знать. Я вѣрю уже, что если мы повторимъ опыты съ тѣми же самыми объемами, мы получимъ тѣ же самыя давления. Но вѣдь сколько есть другихъ промежуточныхъ давлений и объемовъ, которыхъ мы не измѣряли! Почему же формула должна подходить и къ этимъ случаямъ? Вѣдь обстоятельства уже не тѣ же самыя.

Учитель. Разумный вопросъ! Здѣсь опять нами руководить новый общій законъ природы!

Ученикъ. Опять законъ природы!

Учитель. Для тебя это слишкомъ много! Успокойся, новый законъ тоже „самъ собою понятенъ“.

Ученикъ. Я только думаю, что въ концѣ концовъ мы будемъ имѣть столько законовъ; что не будемъ знать, куда отъ нихъ дѣваться.

Учитель. Да въ этомъ именно вся наша цѣль.

Ученикъ. Цѣль!?

Учитель. Законы природы говорятъ намъ, чего мы должны ожидать, когда наступаютъ нѣкоторыя опредѣленные условия. Но законъ никогда не охватываетъ въ одно и тоже время всѣхъ условий, а лишь одно или нѣсколько изъ нихъ. Чтобы точно знать, что въ дѣйствительности произойдетъ, мы должны знать законы для всѣхъ, встрѣчающихся условий; тогда мы устранимъ всякія случайныя обстоятельства, и останется только одна какая нибудь возможность. И это будетъ то, что дѣйствительно произойдетъ.

Ученикъ. Ахъ, такъ, вотъ что ты разумѣлъ, когда я сказалъ, что мы не будемъ знать, куда дѣваться отъ законовъ!

Учитель. Ты конечно думалъ иначе! Но вернемся къ твоему вопросу. Общи законъ, о которомъ я говорю, это—законъ непрерывности явленій природы.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это!

Учитель. Мы только что видѣли, что можно выражать законы природы въ такой формѣ: если есть на лицо то-то, тогда наступитъ то-то. Но то, что имѣется на лицо, не есть что нибудь неизмѣняющееся, вполне опредѣленное, оно можетъ имѣть различныя степени и размѣры. Это же самое нужно сказать и о томъ, что наступаетъ. Теперь, если мы первое измѣняемъ непрерывно, т. е. такъ, чтобы значеніе его не измѣнялось скачками, то и второе также измѣняется непрерывно, т. е. такъ, что его значеніе не измѣняется скачками.

Ученикъ. Такъ вотъ почему латинская пословица говоритъ, *natura non facit saltus*, природа не дѣлаетъ скачковъ.

Учитель Да, съ этими пословицами всегда одно и тоже „Природа“ тоже дѣлаетъ скачки, но тогда всѣ величины, которыя зависятъ одна отъ другой, также дѣлають въ одно и то же время скачки.

Ученикъ. Я не вполне себѣ это представляю.

Учитель Подумай о переходѣ льда въ воду. Когда твердое вещество переходитъ въ жидкое, причемъ его состояние измѣняется сразу, то вмѣстѣ съ тѣмъ и объемъ становится сразу меньше на $\frac{1}{10}$ и преломление свѣта, электрическія и другія многочисленныя свойства также сразу измѣняютъ свою величину.

Ученикъ. И всѣ свойства измѣняются такимъ образомъ?

Учитель. Почти всѣ, только масса и всѣ остаются неизмѣнными.

Ученикъ. Но я не вижу еще, какое это имѣть отношеніе къ моему прежнему вопросу.

Учитель. Ты спросилъ, почему мы можемъ допустить, что произведение давления на объемъ, которое оказалось постояннымъ для нѣсколькихъ отдѣльныхъ случаевъ, останется постояннымъ для всѣхъ промежуточныхъ случаевъ. Что это такъ, вытекаетъ изъ закона непрерывности. Въдѣ если для двухъ произвольныхъ давлений, близко лежащихъ другъ къ другу, произведение одинаково, то оно должно остаться тѣмъ же и для промежуточныхъ давлений, иначе вышло бы, что одинъ изъ факторовъ (или давление или объемъ) измѣняется скачками.

Ученикъ. Я не сомнѣю еще понять это.

Учитель. Вернемся къ изшему прежнему примѣру съ дѣловой трубой. Если ты дуешь одинъ разъ сильно, другой разъ слабо и получаешь каждый разъ одинаковой высоты тонъ, то ты приходишь къ выводу, что, если ты будешь дуть не сильно и не слабо, а со средней силой, то получишь тотъ же тонъ.

Ученикъ. Да, конечно.

Учитель. Значитъ ты примѣнилъ законъ непрерывности.

Ученикъ. Ахъ! какъ это просто!

Учитель. Ты опять видишь, затрудненіе заключается не въ пониманіи закона, а въ примѣненіи его къ такимъ случаямъ, къ которымъ мы не привыкли. Ну, теперь мы будемъ продолжать нашу бесѣду о законѣ Бойля. До сихъ поръ мы провѣрили его на давленияхъ, которыя были ниже одной атмосферы. Какъ ты думаешь, будетъ ли онъ имѣть силу и для давлений болѣе высокихъ?

Ученикъ. Я не могу сказать ни да, ни нѣтъ.

Учитель. Однако, у тебя есть одно основание сказать „да“ это закон непрерывности. Попробуй применить его.

Ученик. Для давлений, которые немного больше одной атмосферы, произведение $p \times h$ остается еще без изменения.

Учитель. Вѣрно.

Ученик. Но до какихъ поръ можно разсуждать такимъ образомъ?

Учитель. Это рѣшается опытомъ. Мы поднимаемъ нашу открытую трубу, поскольку это возможно. Теперь объемъ жидкости 40 куб. сант., и разни́ца высотъ ртути составляетъ болѣе 1 метра. Такъ какъ одного метра для измѣренія не хватитъ, то я беру еще одинъ и нахожу 122', сантиметра. Будетъ ли теперь то же произведение?

Ученик. $122' \times 40 = 4500$. Нѣтъ произведение много меньше.

Учитель. Подумай-ка еще разъ!

Ученик. Ахъ, да, я забылъ о давленіи воздуха. Но я не могу отнять 122' отъ 75.

Учитель. Почему отнять?

Ученик. Потому что ахъ, нѣтъ, теперь ртути дѣйствуетъ въ ту же сторону, что и давленіе воздуха, значить я долженъ сложить оба числа. $122' + 75 = 187'$, и $187' \times 40 = 7500$. Получилось то же самое произведение!

Учитель. А что ты скажешь о давленіяхъ, которыя лежатъ между этимъ давленіемъ и одной атмосферой?

Ученик. И для нихъ произведение останется тѣмъ же самымъ по закону непрерывности.

Учитель. Тебѣ нечего улыбаться, это совершенно вѣрно. Ты возьми потомъ аппаратъ и, чтобы убѣдиться, сдѣлаешь нѣсколько такихъ измѣреній.

Ученик. Это хорошо; за это я тебѣ очень благодаренъ.

Учитель. Смотри только, не разсыпь ртути. Этого металла ядовитъ. Лучше всего ты возьми большой кусокъ картона, согни его края и склей ихъ, тогда получишь мелкую чашку, надъ этой чашкой ты и будешь работать.

Учитель. Ну-съ, удачны были твои измѣренія?

Ученик. Ахъ, къ сожалѣнію, не очень. Произведение измѣненія давленія на объемъ не всегда было равно 7500, а иногда выходило немного болѣе, иногда немного меньше.

Учитель. Это въ порядкѣ вещей; такъ и должно было быть.

Ученик. Развѣ законъ Бойля не точенъ?

Учитель. Нѣтъ, не законъ, а твои измѣренія. Точно ли ты отсчитывалъ уровни ртути?

Ученикъ. Да, легко было правильно установить масштабъ и отиѣтить поверхность ртути.

Учитель. Видишь ли при этомъ ты могъ ошибиться хотя и не на цѣлые сантиметры, но навѣрно на нѣсколько миллиметровъ. Возьмемъ мой послѣдний опытъ, когда объемъ былъ 40 куб. сант., а давленіе было 187¹/₂ сант. Если бы я измѣрилъ невѣрно и насчиталъ бы лишній ¹/₂ сант., а это возможно, такъ какъ я долженъ былъ удлинить масштабъ, то я получилъ бы $188 \times 40 = 7520$ вмѣсто 7500. Если бы я посчиталъ меньше на ¹/₂ сант., то получилъ бы 7480. Здѣсь мы встречаемся съ влияніемъ ошибки опыта на результатъ измѣренія.

Ученикъ. Да, я получилъ такіе же приблизительно числа.

Учитель. Кромѣ того возможна еще ошибка при измѣреніи объема. Трубка раздѣлена на кубические сантиметры и на десятые доли ихъ; здѣсь ты тоже могъ ошибиться на одну десятую. И если ты насчиталъ 40,1 вмѣсто 40,0 то произведение должно было получиться $187\frac{1}{2} \times 40,1 = 7518,75$, т. е. опять таки оно не совпадало бы съ истиннымъ числомъ. Предположимъ затѣмъ, что для давленія ты получилъ число 188, то тогда произведение должно было получиться равнымъ 7538,8.

Ученикъ. А какъ можно знать, какое число будетъ правильнымъ.

Учитель. Вообще этого нельзя знать, потому что каждое измѣреніе въ какой нибудь мѣрѣ ошибочно.

Ученикъ. Но если сдѣлать измѣреніе какъ можно точнѣе?

Учитель. Тогда возможная ошибка станетъ меньше, но никогда не будетъ равна нулю.

Ученикъ. Значитъ вообще ничего нѣтъ дѣйствительно точнаго?

Учитель. Никакая величина, полученная путемъ измѣренія, не можетъ быть совершенно точной, т. е. не можетъ не заключать въ себѣ никакой ошибки. Могутъ быть только измѣренія большей или меньшей точности.

Ученикъ. Но что же дѣлаютъ тогда, когда получаютъ такіе различныя числа, какія я получилъ? Какое число слѣдуетъ признать правильнымъ?

Учитель. Никакое изъ нихъ нельзя признать правильнымъ, можно только остановиться на одномъ числѣ, которое по всѣмъ вѣроятіямъ болѣе другихъ приближается къ правильному.

Ученикъ. Какъ же его узнать?

Учитель Подумай-ка! Твои отсчитывания могли оказаться ошибочными то в одну, то в другую сторону. Поэтому настоящее число должно находиться приблизительно по срединѣ между наибольшимъ и наименьшимъ изъ найденныхъ тобою чиселъ.

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Значитъ изъ всѣхъ записанныхъ тобою чиселъ тебѣ нужно получить среднее число. Такое число получается, если сложить всѣ наблюденныя величины и сумму раздѣлить на число ихъ. Частное и даетъ намъ среднее число, которое наиболее приближается къ правильному.

Ученик. Пожалуйста, позволь мне это сделать, тогда я лучше это пойму. Я получил для произведения рх следующие числа: 7520, 7476, 7492, 7533, 7506, 7491.

Учитель. Итак, ты получил шесть значений. Сложи их и раздели всю сумму на шесть!

Ученики 7520 7475 7492 7533 7506 7491 45017
15017 : Т 7502 833... Сколько написать десятичных знаков?

Учитель. Ты можешь совсѣмъ ихъ отбросить

Ученик. Но тогда я сделаю ошибку.

Учитель. Да вѣтъ ты знаешь, что во всѣхъ твоихъ измѣ-
ненияхъ есть ошибка. Если ты размотришь твои числа ты увидишь,
что уже цифра десятковъ измѣняется; значитъ, цифра единицъ не
совсѣмъ неподежна. Такимъ образомъ въ твоёмъ среднемъ числѣ
7502,833 цифра 0 на мѣстѣ десятковъ можетъ быть правильна, но
2 единицы очень сомнительны, потому что ты получилъ бы другую
цифру для единицъ, если бы ты продолжалъ еще одно измѣнение.

Ученикъ Я сдѣлалъ еще одно измѣреніе и получилъ 7511.

Учитель. Продолжай теперь вычисление сь семью значениями, что тогда получится.

Ученикъ, 52528 : 7=7504.

Учитель. Ты видишь, сейчас получилось больше на две единицы. Значит, ты сделал бы ошибку, если бы ты написал единицы или даже дробные доли. В таких случаях пишут на этих сомнительных местах просто ноль, чтобы показать, что нельзя дать точной цифры. Итак, какое число будет среднее?

Ученикъ, 7500.

Учитель. Верно. Теперь мы вернемся къ вопросу, применимъ ли законъ Бойля къ любымъ давлѣнiямъ. Съ одной стороны оказалось, что законъ остается правильнымъ и для самыхъ малыхъ давлѣнiй, какія только могли быть измѣрены, но съ другой стороны

оказывается, что при большихъ давленіяхъ начинаются отклоненія, которыя при 10 атмосферахъ еще очень незначительны, при 100 уже довольно замѣтны, а при 1000 очень велики.

Ученикъ. А гдѣ начинаются эти отклоненія?

Учитель. Отвѣтъ на этотъ вопросъ зависитъ отъ точности измѣреній. Чѣмъ точнѣе измѣрены давленія и объемы, тѣмъ, оказывается, меньше гѣ давленія, при которыхъ наблюдаются первыя столкновенія.

Ученикъ. Значитъ законъ Бойля собственно несовсѣмъ точный законъ.

Учитель. Нѣтъ, да этого, быть можетъ, нельзя сказать ни объ одномъ законѣ природы. Но для нашихъ цѣлей законъ достаточно точенъ, потому что ошибки нашихъ измѣреній всегда будутъ гораздо больше, чѣмъ ошибка закона.—

25. РАСШИРЕНІЕ ВОЗДУХА ОТЪ ТЕПЛОТЫ.

Учитель. Теперь ты вполне понимаешь законъ Бойля?

Ученикъ. Я думаю. Но мнѣ непонятно другое. Ты самъ какъ-то говорилъ мнѣ, что воздухъ расширяется отъ теплоты. Значитъ одно и то же количество воздуха можетъ при одинаковомъ давленіи занимать различные объемы: болышій объемъ, когда воздухъ—теплый и менышій объемъ, когда онъ—холодный.

Учитель. Это вѣрно. Законъ Бойля имѣетъ силу только при неизмѣняющейся температурѣ.

Ученикъ. При какой именно температурѣ?

Учитель. При какой угодно, лишь бы она во всѣхъ опытахъ оставалась неизмѣнной. Въ нашихъ опытахъ температура была комнатная, т. е. около 18°. Если бы она сильно измѣнилась, наши измѣренія еще менѣе согласовались бы другъ съ другомъ.

Ученикъ. Значитъ тогда и весь законъ Бойля не имѣетъ болышій цѣны.

Учитель. Законъ ничуть не потерялъ своей цѣны; ты только узналъ, что для того, чтобы его можно было принять, должно быть выполнено одно условіе,

Ученикъ. А если температура не остается постоянной, — что мы должны тогда дѣлать?

Учитель. Тогда мы должны поискать закона, который далъ бы намъ возможность опредѣлить влияніе температуры.

Ученикъ. Какъ же это сдѣлать?

Учитель. Если мы знаемъ, насколько измѣняется объемъ даннаго количества газа, когда температура измѣняется на нѣкоторую определенную величину, то мы можемъ вычислить, что мы получили бы, если бы всѣ измѣренія были произведены при какой нибудь одной температурѣ.

Ученикъ. Я кое-какъ это понимаю, но несовсѣмъ ясно.

Учитель. Ты сейчасъ поймешь. Вотъ у меня узкая стеклянная трубка въ 2 миллиметра діаметромъ и въ 1, метра длиною. На одномъ концѣ она запаяна, а внутри ея, по серединѣ находится капля ртути, которая запираетъ собою определенное количество воздуха. Если я согрѣю руками этотъ воздухъ, то капля ртути подвинется впередъ, а когда воздухъ опять охладится, она подвинется назадъ. Ты можешь здѣсь видѣть, какъ расширяется воздухъ, и можешь измѣрить это расширение.

Ученикъ. Да это тоже самое что термометръ!

Учитель. Конечно; это и есть воздушный термометръ. Теперь я вставляю трубку въ голченный ледъ и при помощи маленькаго резинового кольца отмѣчаю то мѣсто, на которомъ остановилась капля.

Ученикъ. Откуда у тебя это кольцо?

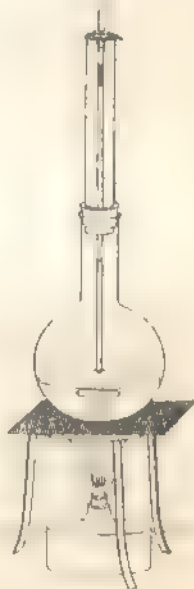
Учитель. Я отрезалъ его ножницами отъ резиновой трубки. Теперь я измѣряю, какую длину имѣлъ столбъ воздуха, когда трубка была погружена въ ледъ, т. е. при 0° , и нахожу его равнымъ 273 миллиметрамъ. Теперь я нагрѣю этотъ воздухъ до 100° , до температуры кипѣнія воды. Для этого я вставляю въ горло колбы широкую трубку съ пробкой и нагрѣваю воду до кипѣнія (фиг. 11). Какъ только я опускаю трубку въ паръ, капля ртути быстро поднимается вверхъ.

Ученикъ. Какъ ты отмѣтишь то мѣсто, гдѣ остановилась ртуть? Вѣдь ты можешь обжечь себя пальцы!

Учитель. Я буду передвигать палочкой второе резиновое кольцо до тѣхъ поръ, пока оно не станетъ на надлежащее мѣсто. Теперь это сдѣлано. Я вынимаю трубку и опять измѣряю: второе кольцо приходится на 373 миллиметрахъ.

Ученикъ. Ровно на 100 миллим. дальше, чѣмъ прежде: значитъ на каждый градусъ приходится 1 миллим.! Какъ это такъ точно вышло?

Рис. 41



Учитель. Я раньше зналъ, что 273 объемныхъ частей воздуха расширяются на 100 частей между температурой льда и температурой кипѣнія воды, поэтому я и взялъ какъ разъ столько воздуха

Ученикъ. Ты это сдѣлалъ при 0° или 100° ?

Учитель. Нѣтъ. Я наблюдалъ комнатный термометръ и нанесъ 18° . Такъ какъ 273 части, имѣющія 0° , расширяются на одну часть на каждый градусъ, то при 18° должно было получиться $273 + 18 = 291$. Тогда я установилъ мою каплю на разстоянн 291 миллим. отъ конца.

Ученикъ. Какъ это сдѣлать? Капля не трогается съ мѣста даже тогда, когда я передвигаю трубку.

Учитель. Это очень просто; она не трогается съ мѣста, потому что воздухъ здѣсь не можетъ пройти. Стоитъ мнѣ вложить въ трубку, вдоль ея стѣнки, лошадиный волосъ, такъ чтобы онъ прошелъ черезъ каплю, и она, какъ ты видишь, сдѣлается очень подвижной.

Ученикъ. Это чудесно. А почему теперь проходитъ воздухъ? Ахъ, я понимаю; тамъ, гдѣ проходитъ волосъ, ртуть несовсѣмъ плотно прилегаетъ къ стеклу.

Учитель. Да, ртуть закругляется вслѣдствіе поверхностнаго натяжения и не проникаетъ въ тотъ острый уголъ, который образуется между стекломъ и волосомъ. Вернемся однако къ нашему опыту. Сдѣлаемъ чертежъ (фиг. 42). Пусть у насъ горизонтальная черта обозначаетъ термометръ. Точки, гдѣ стоятъ 0 и 100 пусть будутъ точки замерзанія и кипѣнія ¹⁾; каждый миллиметръ между этими точками будетъ отвѣчать тогда одному градусу.

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Теперь проведемъ перпендикулярныя линіи, которыя будутъ представлять объемы воздуха въ нашемъ опытѣ. На перпендикулярѣ въ точкѣ 0 отмѣримъ 273 миллим., на перпендикулярѣ въ точкѣ 100 отмѣримъ 373 миллим. Обѣ точки перпендикуляровъ соединимъ прямой линіей.

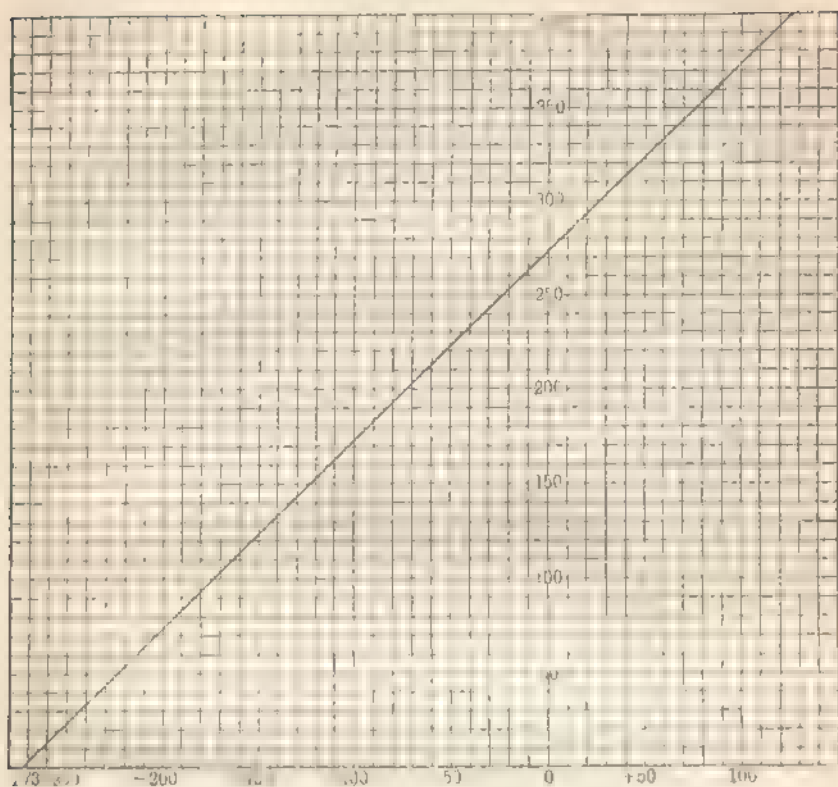
Ученикъ. Къ чему эта фигура?

Учитель. Она позволяетъ намъ опредѣлить объемъ воздуха для каждой температуры отъ 0° до 100° . Найди-ка точку соответствующую 18° на линіи, обозначающей термометръ, и измѣрь длину перпендикуляра отъ этой точки до нашей соединительной прямой.

Ученикъ. Ея длина 290, нѣтъ 291 миллим. Это число было

¹⁾ Фиг. 42 представлена въ ¹, своей настоящей величинѣ

Рис. 42.



уже у насъ раньше! Да, это была точка, на которой мы установили каплю ртути.

Учитель. Конечно, это и есть объемъ воздуха при 18° .

Ученикъ. Какъ же это выходитъ, что получается вѣрное число?

Учитель. Это очень просто, при увеличении на одинъ градусъ длины, изображающая объемъ воздуха, увеличивается каждый разъ на 1 миллим., поэтому концы всѣхъ этихъ линій лежатъ на одной прямой.

Ученикъ. Да, это такъ. Я вижу еще, что можно такимъ образомъ вычислить, какъ будетъ измѣняться объемъ воздуха, если онъ при 0° занимаетъ не 273 части — но.

Учитель. Но что?

Ученикъ. Ахъ, я хотѣлъ только что сказать глупость. Если я знаю измѣненіе это для 273-хъ частей, то я могу вычислить его и для всякаго другого числа на основаніи правила пропорцій.

Учитель. Вѣрно! Если 273 части измѣренныя при 0°. увеличиваются на каждый градусъ на одну часть, то одна часть увеличивается на $\frac{1}{273}$, а для нѣкотораго числа градусоваго, которое мы обозначимъ черезъ t , увеличение будетъ равно $t \cdot \frac{1}{273}$ части. Все это станетъ для тебя яснѣе если ты сдѣлаешь свой чертежъ на такъ называемой миллиметровой бумагѣ, на ней наведена сѣтъ линий, которыя отстоятъ другъ отъ друга ровно на 1 миллим., такъ что тебѣ не придется дѣлать каждый разъ измѣреніе, а ты сейчасъ же находишь соответствующее число.

Ученикъ. Но вѣдь я долженъ сосчитать линии!

Учитель. Это очень легко, каждая пятая и десятая линии на немъ немного толще другихъ линий, — и для быстрога подсчета тебѣ нужно обозначить цифрами каждыя десять миллиметровъ.

Ученикъ. Да, такъ очень хорошо.

Учитель. Ну, теперь ты можешь сказать мнѣ, что будетъ съ объемомъ газа при температурѣ ниже 0°.

Ученикъ. Я думаю, что здѣсь для каждаго градуса объемъ будетъ уменьшаться также на $\frac{1}{273}$.

Учитель. Совершенно вѣрно; тебѣ слѣдуетъ только удлинить на чертежѣ твою соединительную линію влѣво, и ты получишь объемы ниже 0°.

Ученикъ. Но что же это выходитъ моя линія же болѣе и болѣе приближается къ термометрической линіи и наконецъ встрѣчается съ ней! Значитъ здѣсь газъ уже не имѣетъ нѣкакого объема, дальше объемъ становится даже меньше, чѣмъ ничто!

Учитель. Совершенно вѣрно, въ какомъ мѣстѣ это происходитъ?

Ученикъ. Приблизительно при -273°.

Учитель. Конечно если на каждый градусъ воздухъ уменьшается на $\frac{1}{273}$ часть своего объема, при 273° ниже нуля отъ него ничего не должно остаться.

Ученикъ. И это въ самомъ дѣлѣ такъ?

Учитель. Это я не знаю, потому что никто еще не получилъ температуры въ—273°.

Ученикъ. Почему ея не получили?

Учитель. Никакъ не удавалось. При всѣхъ усиліяхъ едва достигли 255°; и это стоило такого труда, что, нужно думать пройти

еще много времени, раньше чѣмъ мы достигнемъ пониженія еще только на 10° —

Ученикъ. А при 255° воздухъ на самомъ дѣлѣ имѣетъ такой малый объемъ, какой показанъ на чертежѣ?

Учитель. Онъ еще меньше; но это потому, что уже при 190° воздухъ перестаетъ быть газомъ и становится жидкимъ.

Ученикъ. Такъ, такъ, значить эта часть чертежа вообще ничего не означаетъ.

Учитель. Нѣтъ, кое-что она означаетъ. Существуютъ другіе газы, напр. водородъ, которые и при самыхъ низкихъ температурахъ не уклоняются отъ чертежа, такъ какъ они стужаются въ жидкость при болѣе сильномъ холодѣ, чѣмъ воздухъ. Мы можемъ, следовательно, вообразить себѣ газъ, который совсѣмъ не становится жидкимъ, и объемъ такого газа будетъ измѣняться съ измѣненіемъ температуры точно такъ, какъ показано на чертежѣ.

Ученикъ. А развѣ этотъ чертежъ годится для всѣхъ газовъ?

Учитель. Конечно, всѣ газы въ этомъ отношеніи сходны съ воздухомъ, на каждый градусъ ихъ объемъ измѣняется на $\frac{1}{273}$ того объема, который они занимаютъ при 0° . Здѣсь мы опять встречаемся съ общимъ закономъ природы, который позволяетъ намъ предсказать, въ отношеніи очень многихъ различныхъ веществъ. Если какое нибудь вещество газообразно, то ты не дѣлая опыта можешь сказать, что расширение его отъ теплоты составитъ $\frac{1}{273}$.

Ученикъ. Да это очень удобно!

Учитель. На основаніи отношенія газовъ къ измѣненію температуры нужно думать, что 273° это предѣльная температура. По всѣмъ вѣроятіямъ, не удастся получить температуры ниже 273° , тогда 273° будетъ той самой низкой температурой, о которой мы говорили раньше. Если мы обозначимъ на нашемъ термометрѣ точку замерзанія черезъ 273° , точку кипѣнія черезъ 373° , то намъ вѣроятно, никогда не придется имѣть дѣло съ отрицательными температурами. Поэтому 273° называютъ абсолютнымъ нулемъ температуры, а температуры, которые отсчитываются отъ этого нуля, называютъ абсолютными температурами.

Ученикъ. Какая польза въ этомъ?

Учитель. Пользы много; но все это большей частью относится къ учению о теплотѣ и здѣсь не мѣсто объ этомъ говорить. На одно только я хочу тебѣ указать. Если мы обозначимъ черезъ 273° температуру замерзанія, и черезъ 373° температуру кипѣнія, то ока-

жется, что эти числа относятся другъ къ другу точно такъ же, какъ относится другъ къ другу объема воздуха или какого нибудь другого газа при этихъ температурахъ.

Ученикъ. Какъ такъ?

Учитель. Тебѣ стоить посмотреть на чертежъ.

Ученикъ. Да, я понимаю; чертежъ вѣдь составленъ на основаніи этихъ чиселъ.

Учитель. Значитъ, объема газовъ относятся между собой, какъ ихъ абсолютныя температуры.

Ученикъ. Да, это чудесно. Я и не думалъ, что такой простой чертежъ можетъ такъ много сказать.

Учитель. Это о томъ что все то, о чемъ мы только-что говорили, вмѣстѣ одновременно изображено на чертежѣ, говорить же мы можемъ лишь объ одной какой-либо сторонѣ явленія заглавъ о другой, а не сразу обо всемъ. Поэтому тебѣ впоследствии нужно будетъ стараться изображать, для наглядности, общія отношенія или законы природы при помощи чертежа.

Ученикъ. Я бы охотно дѣлалъ это, если бы я только всегда зналъ, какъ это дѣлать.

Учитель. Я покажу тебѣ это при случаѣ на другихъ примѣрахъ.

Ученикъ. Пожалуйста, раньше чѣмъ ты закончишь объясни мнѣ еще одну вещь. Ты говоришь все время такъ, какъ будто объемъ воздуха измѣняется только отъ температуры, тогда какъ онъ измѣняется также и отъ давленія. А что произойдетъ, если давленіе и температура будутъ вмѣстѣ измѣняться?

Учитель. Разумный вопросъ! Другими словами, ты хочешь знать, какъ вычислить объемъ, который займетъ газъ, если измѣнить его температуру и давленіе.

Ученикъ. Да, конечно я хочу знать.

Учитель. Тогда ты можешь сначала измѣненіе объема, которое вычислится, если бы однимъ давленіемъ, при постоянной температурѣ, а затѣмъ измѣненіе, которое произошло съ основнымъ объемомъ отъ измѣненія температуры, при постоянномъ давленіи.

Ученикъ. Почему нужно вычислить сначала измѣненіе давленія?

Учитель. Можно вычислить сначала измѣненіе температуры.

Ученикъ. Развѣ получился бы одно и то же?

Учитель. Конечно! Объемъ газа зависить только отъ его температуры и давления и совершенно безразлично, въ какомъ порядкѣ происходить измѣненіе объема.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что это глуповато, но все же я не совсѣмъ увѣренъ въ этомъ.

Учитель. Возьмемъ примѣръ. Предположимъ, что мы имѣемъ 350 куб. сантим. воздуха при 18° и 748 сантим. барометрическаго давленія, и хотимъ узнать, каковъ будетъ объемъ при 0° и 760 сантим. давленія. Обыкновенно для измѣренія, производимыхъ надъ газами приводятъ къ 0° и 76 сантим. давленія, а измѣривши объемъ газа, о которомъ идетъ рѣчь при какихъ нибудь давленіяхъ и температурѣ, вычисляють затѣмъ, какой объемъ будетъ занимать это количество газа при 0° и 76 сантим. давленія. Мы знаемъ, что по закону Бойля объемы газа обратнo пропорциональны давленіямъ. Обозначивъ черезъ y неизвестный объемъ при 76 сантим., получимъ, что $y:350=74,8:76,0$.

Ученикъ. Значить $y=344$.

Учитель. Затѣмъ, объемъ при 18° относится къ объему при 0° какъ 273 : 18 — 291 относится къ 273. Обозначивъ черезъ x искомый объемъ при 0° получаемъ пропорцію.

Ученикъ. $x:344=273:291$, откуда $x=323$.

Учитель. Вѣрно. Теперь ты можешь свести объемъ 350 куб. сантим. сначала къ 0°, а потомъ къ 76 сантим. давленія, и ты убѣдишься, что получится то же самое число.

Ученикъ. Однако мы такъ долго занимались измѣненіями воздуха, что я почти забылъ, что у меня урокъ химіи.

Учитель. То, что ты узналъ, относится ко всѣмъ газамъ. Если ты возьмешь равные объемы двухъ какихъ нибудь газовъ при одинаковомъ давленіи и одинаковой температурѣ, то эти объемы всегда останутся другъ другу равны, если газы будутъ одновременно подвергаться любымъ измѣненіямъ температуры и давленія.

Ученикъ. Значить здѣсь съ газами бываетъ не то, что съ жидкостями, которые расширяются неодинаково? Напримѣръ, вода расширяется иначе, чѣмъ ртуть.

Учитель. Да, азы въ этомъ отношеніи ничѣмъ другъ отъ друга не отличаются: съ каждымъ газомъ происходитъ о же самое, что съ другимъ. Ты узнаешь позже, что газы вообще имѣютъ много сходствъ между собой, независимо отъ ихъ химическихъ различій. Да они вѣдь и по внѣшнему виду такъ похожи другъ на друга.

Ученикъ. Всѣ газы безцвѣтны?

Учитель. Нѣтъ, я тебѣ уже говорилъ, что хлоръ зеленого, а йодъ въ состоянн газа фиолетоваго цвѣта. Нужно прибавить, что сходство газовъ продолжается только до тѣхъ поръ, пока они остаются газами. При переходѣ же въ жидкое состоянне опять появляются различія—одинъ газъ сгущается въ жидкость легче, другой—труднѣе. То же самое происходитъ при растворенн газовъ въ водѣ и въ другихъ жидкостяхъ. Значить, пока вещества находятся въ газообразномъ состоянн, до тѣхъ поръ сохраняется однообразие ихъ внѣшнихъ свойствъ.

Ученикъ. Такъ теперь я доволенъ. То, что я училъ о водѣ, относится, какъ оказывается, и ко всѣмъ другимъ газамъ. Опосится ли оно также и къ парамъ, напр., водянымъ парамъ?

Учитель. Разумѣется, здѣсь нѣтъ никакой разницы.

26. Вода въ воздухѣ

Учитель. До сихъ поръ ты познакомился съ двумя составными частями воздуха—кислородомъ и азотомъ; но это еще не всѣ составныя части, — въ воздухѣ находится также вода въ видѣ водяного пара.

Ученикъ. Да, все собирался спросить тебя объ этомъ. Вѣдь давленне воздуха равно одной атмосферѣ, а при такомъ давленн вода закипаетъ только при 100°. Какъ же водяной паръ можетъ содержаться въ воздухѣ, температура котораго гораздо ниже 100°. Водяной паръ долженъ тогда перейти въ жидкую воду.

Учитель. Я очень радъ, что ты такъ внимателенъ, вѣдь я и въ самомъ дѣлѣ не сказалъ тебѣ еще ничего, что могло бы послужить отвѣтомъ на этотъ вопросъ. Дѣло въ томъ, что испаренне воды зависитъ только отъ давлення ея собственнаго пара, а не отъ давлення другихъ присутствующихъ газовъ или паровъ.

Ученикъ. Растолкуй мнѣ это яснѣе, прошу тебя!

Учитель. Вспомни, что я говорилъ тебѣ раньше о томъ, что происходитъ съ водой въ пустомъ пространствѣ? Она будетъ испаряться до тѣхъ поръ, пока паръ ея не приобрѣтитъ опредѣленной плотности. И если въ этомъ пространствѣ будетъ находиться еще какой нибудь другой газъ, напримѣръ воздухъ или водородъ, то на водяной паръ это нисколько не повлнваетъ, онъ будетъ образовываться до тѣхъ поръ, пока не достигнетъ опредѣленной плотности, той же самой, что и въ отсутствн посторонняго газа. Его

давление прибавляется тогда къ давлению, которое производитъ посторонній газъ, и окончательное давление равно суммѣ обоихъ давленій! Только испарение воды при этомъ идетъ немного медленнѣе такъ какъ для распространения пара въ постороннемъ газѣ требуется нѣкоторое время.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что я понялъ, но мнѣ очень хотѣлось бы видѣть это.

Учитель. Прежде всего ты можешь легко убѣдиться въ томъ, что обыкновенный воздухъ содержитъ воду въ видѣ пара Ты знаешь, что этотъ паръ садится на холодные предметы въ видѣ росы и что дождь происходитъ оттого, что водяной паръ воздуха охлаждается и превращается въ жидкую воду, которая падаетъ на землю.

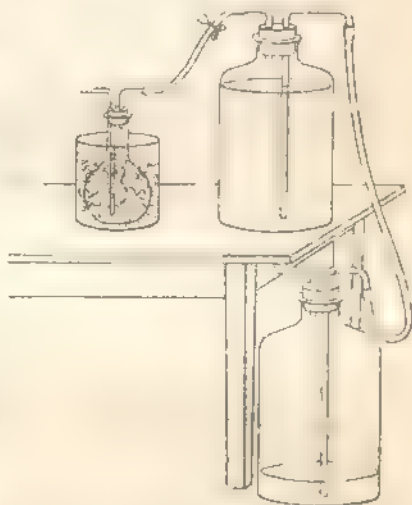
Ученикъ. Значитъ, охлажденіемъ можно удалить эту воду изъ воздуха?

Учитель. Конечно, это дѣлается легко. Я вставляю въ колбу небольшую пробку съ двумя трубками, приводящей и отводящей (фиг. 43), и приготовляю охлаждающую смѣсь изъ толченного льда и поваренной соли, взятыхъ въ отношеніи 3 : 1; этой смѣсью я окружаю колбу. Теперь, если я буду въ теченіе нѣкотораго времени всасывать черезъ колбу комнатный воздухъ, я получу въ колбѣ довольно большое количество льда. Если я нагрею этотъ ледъ, то получу конечно воду.

Ученикъ. Но какъ мнѣ получить токъ воздуха? Вѣдь это утомительно всасывать все время ртомъ.

Учитель. Для этого мы возьмемъ нашъ газомѣръ (фиг. 28). Если мы пустую бутылку поставимъ ниже, а другую бутылку при помощи каучуковой трубки соединимъ съ нашей колбой, то мы сможемъ прососать черезъ нее объемъ воздуха, равный объему бутылки. Скорость мы можемъ регулировать при помощи зажимнаго кра

Рис. 43.



на. А если мы захотимъ прососать больше воздуха, то намъ стоитъ для этого только перевернуть бутылку и вставить резиновую трубку на верхнюю бутылку.

Ученикъ. Верно? я совсѣмъ не думаю, что надо газометръ може и не только такъ, но и всасывать.

Учитель. Опять продолжается уже довольно долго, ты видишь, въ колбѣ оскѣл иней.

Ученикъ. А всегда нужно охлаждать, если хочешь удалить воду изъ воздуха?

Учитель. Нѣтъ, есть и другие способы. Существуетъ очень много веществъ, которыя такъ быстро и сильно соединяются съ водою, что стоитъ только пропустить надъ ними токъ влажнаго воздуха, чтобы они отняли воду. Къ такимъ веществамъ принадлежатъ бѣлая и черная окиси фосфора, уже видѣты, затѣмъ концентрированная серная кислота. Большая удобства представляетъ одна соль, хлористый кальцій, который въ большихъ количествахъ получаютъ на химическихъ фабрикахъ, какъ побочный продуктъ. Въ сухомъ или сплавленномъ состоянн онъ такъ быстро поглощаетъ воду изъ воздуха, что небольшой кусочекъ его, оставленный на воздухѣ, въ течение полчасы превращается въ жидкую каплю. Этимъ веществомъ очень легко высушить воздухъ или другие газы.

Ученикъ. Какъ это сдѣлать?

Рис. 44.



Учитель. Соль помещаютъ въ особыя трубки (фиг. 44), и черезъ нихъ пропускаютъ газъ, который нужно высушить. Если ты не умѣешь самъ выдувать такія трубки, то возьми широкую трубку, на обонхъ

концахъ которой находятся пробки съ отверстиями, въ эти отверстия вставь узкія трубочки, не забудь только положить на обоихъ концахъ немного ваты, чтобы газъ не могъ улетѣть съ небольшою пылинкой соли. Если ты точно извѣдишь такую трубку, затѣмъ пропустишь отбѣдленное количество воздуха и опять извѣдишь, ты узнаешь, сколько воды содержится въ воздухѣ.

Ученикъ. Я попробую это сдѣлать.

Ученикъ. Ты получишь очень большую разницу въ вѣсѣ, если не пропустишь дождю — другую цифру.

Ученикъ. Сколько воды въ воздухѣ?

Учитель. Это зависитъ отъ температуры и кромѣ того отъ состоянія воздуха. Ты помнишь, что говорилъ объ испареніи воды въ воздухѣ?

Ученикъ. Да, она испаряется такъ какъ если бы въ пространство совсѣмъ не было воздуха.

Учитель. Вѣрно! Ты знаешь еще, что давленіе пара, а также количество его въ данномъ пространствѣ тѣмъ больше, чѣмъ температура выше. Вотъ тебѣ таблица, которая показываетъ, сколько можетъ быть граммовъ водяного пара въ литрѣ воздуха, когда этотъ воздухъ находится надъ жидкой водой или какъ говорить, когда онъ насыщенъ водянымъ паромъ. Литръ воздуха насыщеннаго водянымъ паромъ, содержитъ:

при 0°	0,0014	грм	водяного пара
„ 5°	0,0068	„	„
„ 10	0,0094	„	„
„ 15°	0,0127	„	„
„ 20°	0,0171	„	„
„ 25°	0,0228	„	„

Ученикъ. „Насыщенный“! Это то же самое слово, которое мы употребляли говоря о растворахъ.

Учитель. Да оно и имѣетъ тотъ же смыслъ, потому что оно выражаетъ, что воздухъ не можетъ больше принять водяного пара.

Ученикъ. А меньше можетъ?

Учитель. Конечно, да вѣдь то же самое бываетъ и съ растворами. Обыкновенный воздухъ наружный и комнатный, почти всегда не насыщенъ, только когда бываетъ дождь или туманъ въ воздухѣ, онъ насыщенъ. Отношеніе между количествомъ воды, которое содержится въ воздухѣ, и количествомъ, которое можетъ содержаться въ немъ при насыщеніи, называется влажностью или степенью влажности воздуха. Если въ одномъ литрѣ воздуха при 20° содержится 0,0140 гр воды, то влажность его равна

0,0140
0,0172

0,82 или 82 процентамъ такъ какъ по таблицѣ, онъ могъ бы содержать 0,0172 гр. Обыкновенно влажность воздуха равна 70 проц.; если она равна 50 проц., то воздухъ кажется намъ сухимъ, при 90 проц. мы чувствуемъ, что онъ влажный.

Ученикъ. Понимаю.

Учитель. Разсмотри-ка еще разъ таблицу; если температура поднимается на 10° количество воды каждый разъ почти удваивается. Воздухъ, который при 20° насыщенъ только наполовину, при 10° вполне насыщенъ, а обыкновенный воздухъ съ влажностью равною 70 долженъ, если онъ охладится на 10° , выдѣлить добрую часть своей воды въ жидкомъ видѣ. Вотъ тебѣ причина дождя.

Ученикъ. Благодаря цифрамъ, всё эти вещи становятся мнѣ гораздо понятнѣе, чѣмъ когда о нихъ только думаешь. А отчего же бываетъ то дождь, то туманъ?

Учитель. Это зависитъ отъ того, сколько выдѣляется воды. Если ея мало, то образовавшіяся очень маленькя капельки не собираются въ большія капли, и бываетъ только туманъ, въ противномъ случаѣ бываетъ дождь. Поэтому туманъ всегда предшествуетъ дождю, туманъ, который образуется въ верхнихъ слояхъ воздуха, мы называемъ облаками.

Ученикъ. Откуда извѣстно, что облака—это туманъ?

Учитель. Мы часто видимъ, какъ облака висятъ на горахъ, если мы взберемся на горы, то увидимъ, что это—туманъ.

Ученикъ. Скажи мнѣ еще, пожалуйста, отчего это происходитъ, что воздухъ неполнѣ насыщенъ парами? Вѣдь онъ повсюду находится въ соприкосновеніи съ водою, не только на морѣ, но и во многихъ мѣстахъ на сушѣ.

Учитель. Это происходитъ отъ движенія воздуха, который такимъ образомъ постоянно попадаетъ въ новыя условия. Представь себѣ, что въ одномъ мѣстѣ воздухъ насытился. Если онъ затѣмъ передвинется въ другое мѣсто, гдѣ онъ станетъ теплѣе, то онъ уже будетъ ненасыщенъ, какъ ты видишь изъ таблицы. Если онъ попадетъ въ болѣе холодное мѣсто, то часть своей воды онъ потеряетъ въ видѣ дождя, а когда онъ затѣмъ опять достигнетъ прежней температуры, онъ будетъ ненасыщенъ. Итакъ, какия бы измѣненія ни происходили съ воздухомъ, онъ можетъ измѣняться только въ такомъ смыслѣ, что становится ненасыщеннымъ.

Ученикъ. Дѣло проще, чѣмъ я думалъ.

27. Углеродъ.

Учитель. На ряду съ такими элементами, какъ кислородъ, водородъ и азотъ, по своей распространенности и важности стоитъ

углеродъ Ты уже знаешь, что обыкновенный деревянный уголь, есть одинъ изъ видовъ углерода.

Ученикъ Я сегодня разсматривалъ кусокъ древеснаго угля, потому что я зналъ, что у насъ будетъ рѣчь объ углѣ. При этомъ мнѣ бросилось въ глаза, что на немъ ясно видны всѣ древесныя кольца или слои.

Учитель. На древесномъ углѣ можно увидѣть не только эти кольца; на немъ видны въ микроскопъ и отдѣльныя кѣтки, изъ которыхъ состояло дерево.

Ученикъ Но дерево не состоитъ только изъ углерода?

Учитель. Нѣтъ, оно состоитъ изъ соединенія углерода, водорода и кислорода. Чтобы получить древесный уголь, нужно дерево медленно нагревать, при этомъ два элемента — водородъ и кислородъ — улетучиваются, и углеродъ остается. Такъ какъ углеродъ плавится только при очень высокой температурѣ, которая не достигается при обжиганіи угля, то остающійся углеродъ сохраняетъ форму тѣхъ кѣтокъ, изъ которыхъ состояло дерево. Однако древесный уголь не чистый углеродъ. Это можно видѣть при горѣнн его, отъ угля остается зола, тогда какъ чистый углеродъ сгораетъ безъ остатка.

Ученикъ А развѣ есть чистый углеродъ?

Учитель. Конечно, прокаленная сажа есть почти чистый углеродъ. Ты знаешь, что сажа — это очень мелкій, черный порошокъ.

Ученикъ Ты вѣдь раньше сказалъ, что почти всѣ чистыя вещества состоятъ изъ кристалловъ, а сажа что-то не похожа на кристаллъ.

Учитель. Да она и не кристаллизуется. Такія вещества называются аморфными, т. е. безформенными. Сажка это аморфный углеродъ. И древесный уголь тоже аморфный углеродъ, только въ нечистомъ видѣ.

Ученикъ. А каменный уголь тоже?

Учитель. Нѣтъ, встрѣчающіеся въ землѣ угли — антрацитъ, каменный уголь, бурый уголь и торфъ — всѣ они химически соединены, которые конечно содержатъ очень много углерода, антрацитъ содержитъ его болѣе всѣхъ другихъ, а торфъ — менѣе всѣхъ другихъ. Всѣ они происходятъ изъ растений, въ каменныхъ угляхъ можно иногда еще встрѣтить остатки растений, въ бурыхъ угляхъ эти остатки выступаютъ еще яснѣе, а торфъ часто цѣликомъ состоитъ изъ нихъ. Эти растительныя вещества, при долгомъ лежаніи въ землѣ, подверглись такимъ же самымъ измѣненіямъ, какимъ подвергается

дерево при обугливаннн по тѣ дѣйствию жара — разница только та, что измѣненн происходилн гораздо медленнѣе.

Ученикъ. Теперь я начинаю понимать, почему ты называлъ уголь — какимъ важнымъ элементомъ, вѣдь всѣ горючие материалы состоятъ изъ углерода.

Учитель. Совершенно вѣрно. Но эти материалы употребляются не только для отопленнн. Всѣ машины, за исключеннемъ тѣхъ, въ которыхъ, какъ напр. для водяныхъ мельницъ, движущей силой является напоръ воды, приводятся въ дѣйствне углемъ; то же самое, въ химическихъ фабрикахъ, въ печахъ, плазменныхъ жельзо и друге металлы, всѣ работы производятся при помощи угля, такъ что безъ него вся наша культура была бы невозможна.

Ученикъ. Почему же это такъ? Почему для всѣхъ работъ употребляется уголь?

Учитель. Это потому, что при сжиганнн угля выделяется огромное количество работы, которая обыкновенно понимается въ видѣ теплоты. Этой теплотой мы отопляемъ печи, приводимъ въ дѣйствне машины, вызываемъ химическн процессы, которые сами собой не могутъ протекать, короче, уголь доставляетъ намъ по-настоящему необходимую для нашихъ работъ энергн въ такомъ количествѣ въ какомъ она намъ нужна.

Ученикъ. Какъ же такъ? вѣдь то же самое ты сказалъ мнѣ о кислородѣ!

Учитель. Энергн выделяется только тогда, когда уголь и кислородъ соединяются химически, т. е. когда уголь сгораетъ. Но для того, чтобы произошло такое химическое соединенн, углеродъ и кислородъ одинаково необходимы.

Ученикъ. А такъ какъ кислородъ газъ, то его вездѣ можно имѣть врознь, уголь же приходится покупать, потому что онъ — твердое тѣло.

Учитель. Браво, ты это хорошо запомнлъ. То, что ты сказать совершенно вѣрно. Но ты вннмь также что по той же причинѣ, мы можемъ получить теплоту именно тамъ, гдѣ намъ нужно. Если бы уголь былъ распространенъ въ газообразномъ видѣ, то можно бы о немъ вѣроятно сказать какъ воздухъ, но не быя было бы развести огня въ печи.

Ученикъ. Образоваться бы гремучий газъ!

Учитель. Вѣрно, займемся отъако тѣмъ, что есть въ дѣйствнѣе вѣсти. Итакъ, уголь это важнѣйшн источникъ энергн, какимъ только располагаетъ техника. Обратн вниманн на слѣдующее

когда мы сжигаемъ уголь, то гѣ вещества, которыя образуются при горѣнии, мы стараемся какъ можно скорѣе удалить, выпуская ихъ въ трубу, а образующуюся при этомъ теплоту мы стараемся по возможности всю цѣликомъ удержать. Значитъ мы покупаемъ и употребляемъ уголь не ради углерода, а ради энергии, которая содержится въ немъ.

Ученикъ. Я объ этомъ до сихъ поръ не думалъ. Но теперь я понимаю, что это вѣрно.

Учитель. Ты ясно это можешь вывести изъ того, что пароходы и локомотивы должны брать съ собой уголь въ поѣздку. Они движутся только до тѣхъ поръ, пока у нихъ есть уголь, а когда уголь израсходованъ, машина останавливается. Вотъ почему въ океанѣ, на островахъ и по берегамъ находятся станции, гдѣ пароходы могутъ купить работу въ формѣ угля.

Ученикъ. А когда мы ѣдемъ въ лодкѣ на веслахъ, намъ для передвижения не нужно никакого угля.

Учитель. Ты самъ знаешь, почему это такъ. Вспомни только о томъ, что я говорилъ тебѣ о значеніи кислорода для жизни.

Ученикъ. Ахъ, да, съ питательными веществами происходитъ то же самое, что съ углемъ. Но вѣдь эти вещества не состоятъ изъ углерода.

Учитель. Они все содержатъ углеродъ, и очень значительная часть той энергии, которую тѣло получаетъ изъ этихъ веществъ, происходитъ именно отъ сжиганія углерода. Питательныя вещества состоятъ изъ соединений углерода съ кислородомъ и водородомъ, нѣкоторые содержатъ также азотъ.

Ученикъ. Да, я знаю, это тѣ которыя при горѣнии вознѣгаютъ.

Учитель. Да. И такъ какъ питательныя вещества служатъ также для построения тканей тѣла, то все вещества, изъ которыхъ состоятъ тѣла животныхъ и растений, содержатъ углеродъ. Такія вещества и другіе, сходныя съ ними, называются органическими соединениями, потому что живыя существа называются организмами (органъ — органъ), и отсюда вышло обыкновенное слово: углеродистыя соединения дѣлаетъ органическими соединениями.

Ученикъ. А развѣ ихъ много?

Учитель. Теперь уже ихъ извѣстно болѣе ста тысячъ, и каждый день открываются новыя.

Ученикъ. Но вѣдь много не въ состояши ихъ изучить.

Учитель. Конечно никто. Но этого и не нужно; существу ютъ тщательно составленные списки всѣхъ этихъ веществъ съ опи саниемъ всего того, что о нихъ извѣстно.

Ученикъ. Другие элементы тоже имѣютъ такъ много сое динений?

Учитель. Нѣтъ, далеко не такъ много. Поэтому углероди стые соединения выдѣляютъ изъ соединений другихъ элементовъ и изучаются особо въ органической химіи, а всѣ другія вещества относятся къ неорганической химіи.

Ученикъ. Но это кажется мнѣ довольно произвольнымъ.

Учитель. Положимъ это не такъ произвольно, какъ кажется. Углеродистые соединения во многихъ отношеніяхъ сходны между собой. Впрочемъ, и некоторые простые углеродистые соединения изу чаются и въ неорганической химіи, потому что углеродъ встрѣ чается также во многихъ минералахъ и горючихъ породахъ.

Ученикъ. Да, напр., въ видѣ каменнаго угля.

Учитель. Также и въ другихъ химическихъ соединеніяхъ. Такъ, мраморъ и мѣль содержатъ углеродъ. Но объ этомъ мы по тробно потолкуемъ позже, сейчасъ же мы займемся несвязаннымъ углеродомъ. При углеродѣ ты встрѣчаешься съ новымъ явленіемъ, которое необходимо тебѣ знать. Слышалъ ли ты о томъ, что алмазъ есть ничто иное, какъ углеродъ?

Ученикъ. Да, такъ какъ онъ въ очень большомъ жару мо жетъ сгорѣть.

Учитель. Это еще недостаточная причина, потому что въ большомъ жару можно сжечь не только углеродъ, но и другія ве щества. Видь кислородъ можетъ соединяться съ очень многими эле ментами.

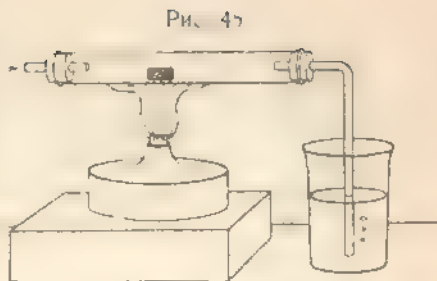
Ученикъ. Да, но я думаю, что алмазъ сгораетъ такъ, что отъ него ничего не остается.

Учитель. Это, пожалуй, уже болѣе точный признакъ; онъ показываетъ, что кислородное соединеніе или окись того элемента или тѣхъ элементовъ, изъ которыхъ состоитъ алмазъ, легка. Но углеродъ не единственный подобный элементъ. Сѣра и водородъ также сгораютъ безъ остатка.

Ученикъ. Значитъ, все дѣло въ томъ, что образуется при горѣнии.

Учитель. Очень хорошо; тутъ мы уже гораздо ближе къ сути дѣла. Когда уголь сгораетъ, то получается газъ, называемый двуокисью углерода; ты уже познакомился съ нимъ. Его легко уз

нать, потому что онъ образуетъ съ известковой водой бѣлый осадокъ, отъ котораго прозрачная известковая вода, становится похожей на молоко. Чтобы напомнить тебѣ объ этомъ, повторяю опытъ въ нѣсколько иномъ видѣ (фиг. 45). Я вкладываю въ трубку кусочекъ угля, нагрѣ-



ваю его снаружи и пропускаю черезъ трубку воздухъ изъ нашего газометра. Трубка согнута такимъ образомъ, что конецъ ея погруженъ въ стаканъ съ известковой водой. Вотъ уголь раскалился, и одновременно съ этимъ известковая вода стала мутной.

Ученикъ. Значитъ, если бы я взялъ вмѣсто угля алмазь, онъ тоже согрѣлъ бы и известковая вода помутилась бы?

Учитель. Конечно, но ты не могъ бы сдѣлать этого въ обыкновенной стеклянной трубкѣ, потому что алмазь загорается при температурѣ, превышающей температуру плавленія стекла. Кромѣ того, нужно взять чистый кислородъ, тогда горѣние происходитъ легче.

Ученикъ. Да, значитъ такимъ образомъ, дѣйствительно, можно доказать, что алмазь это — углеродъ.

Учитель. Погоди, не спѣши. Такимъ образомъ ты докажешь только, что въ алмазѣ содержится элементъ — углеродъ, но не докажешь еще, что алмазь цѣликомъ состоитъ изъ него. А какъ же ты узнаешь, содержитъ ли алмазь еще и другіе элементы?

Ученикъ. Я не совсѣмъ понимаю тебя.

Учитель. Ну, смотри: я повторяю прежній опытъ съ кускомъ дерева. Она также воспламеняется, и известковая вода становится также мутной. Но я не могу сказать, что дерево это — углеродъ; я могу лишь сказать, что оно содержитъ его, такъ какъ оно кромѣ того содержитъ еще водородъ и кислородъ.

Ученикъ. Дай мнѣ подумать. А, вотъ что: изъ водорода при горѣнии должна получиться вода. Значитъ, если кромѣ двуокиси углерода ничего не образуется, мы можемъ сказать, что вещество содержитъ только углеродъ.

Учитель. Ты, хотя и не совсѣмъ еще, но уже ближе подходить къ сути дѣла. Но можетъ быть алмазь есть соединеніе углерода съ нѣкоторымъ количествомъ кислорода, меньшимъ, чѣмъ въ двуокиси углерода. Такое соединеніе тоже дало бы при сгораніи

только двуокись углерода и ничего больше, однако оно не состояло бы только изъ углерода.

Ученикъ. А есть такое соединеніе?

Учитель. Конечно, но оно не твердое тѣло, какъ алмазь, а газообразное.

Ученикъ. Ну, значить его нельзя смѣшать съ алмазомъ.

Учитель. Ты хочешь увильнуть отъ вопроса. Это не имѣть смысла, потому что ты только пропустишь случай научиться кое-чему.

Ученикъ. Долженъ сознаться, что я никакъ не могу тутъ выпутаться.

Учитель. Когда углеродъ сгораетъ, то 3 вѣсовыхъ части его, соединяясь съ 8-ю частями кислорода, даютъ всегда 11 частей двуокиси углерода. Такое же точно отношеніе найдено и для алмаза. Если бы алмазь содержалъ еще что нибудь, кромѣ углерода, онъ долженъ былъ бы дать меньше двуокиси углерода, а именно столько, сколько можетъ образоваться изъ содержащагося въ немъ углерода.

Ученикъ. Значить, дерево должно дать гораздо меньше двуокиси, чѣмъ уголь.

Учитель. Такъ оно и есть. 3 части дерева даютъ не болѣе $4\frac{1}{2}$ частей двуокиси углерода.

Ученикъ. И какое вещество не даетъ больше?

Учитель. Никакое. Но есть еще одно вещество, которое даетъ столько же. Это графитъ, вещество, изъ котораго выдѣлываются обыкновенные карандаши.

Ученикъ. Значить графитъ тоже — углеродъ?

Учитель. Да. Мы можемъ, слѣдовательно, сказать: элементъ углеродъ встрѣчается въ трехъ различныхъ формахъ въ формѣ угля, алмаза и графита.

Ученикъ. Однако я этого не понимаю. Какъ это одно и то же вещество можетъ быть въ трехъ различныхъ формахъ? И почему не делаютъ алмазовъ изъ угля, если они только изъ углерода и состоятъ?

Учитель. Это разумный вопросъ, и я постараюсь дать тебѣ на него отвѣтъ, какой могу. Прежде всего тебѣ вѣдь извѣстно, что одно и то же вещество можетъ явиться въ различныхъ формахъ. Напр., вода бываетъ въ трехъ формахъ, именно въ видѣ сырой воды и пары.

Ученикъ. Да, это три состоянія вещества. Но вѣдь уголь, алмазь и графитъ — это все твердая тѣла. Вотъ если бы я три

формы можно было нагреваніемъ или охлажденіемъ превратить одну въ другую, тогда я повѣрилъ бы этому. Но онѣ существуютъ рядомъ, другъ возлѣ друга при одной и той же температурѣ.

Учитель. Это совершенно вѣрно. Однако уголь на самомъ дѣлѣ можно превратить въ графитъ при очень высокой температурѣ.

Ученикъ. Ты можешь показать мнѣ это?

Учитель. Это не такъ трудно. Угольные палочки, которыя горятъ въ дуговыхъ электрическихъ лампахъ, приготовлены изъ обыкновеннаго угля. Попроси какъ нибудь рабочаго, который вставляетъ новыя палочки, чтобы онъ тебѣ далъ концы старыхъ. Ты увидишь тогда, что эти концы стали сѣрыми, гладкими и приобрѣли металлическій блескъ, совсѣмъ какъ у графита. Точно такъ же и угольная нить калильной электрической лампы, благодаря высокой температурѣ испытываетъ такое же превращеніе. Сначала она представляетъ собой обугленную хлопчатобумажную нить, а послѣ того какъ она была въ употребленіи, она становится сѣрой и блестящей какъ графитъ.

Ученикъ. При первомъ удобномъ случаѣ я постараюсь получить въ подарокъ переторѣнную катильную лампочку и сломаю ее.

Учитель. Будь только остороженъ и постарайся не испортить тонкой нити.

Ученикъ. Ты говорилъ о превращеніи угля, а можно ли также алмазь превратить въ графитъ?

Учитель. Конечно, и такимъ же путемъ, т. е. очень сильнымъ нагреваніемъ.

Ученикъ. А можно-ли сдѣлать обратное превращеніе?

Учитель. Графитъ можно превратить въ обыкновенный уголь только окольнымъ путемъ: для этого графитъ переводятъ въ какое-либо соединеніе, а изъ послѣдняго выделяютъ уголь.

Ученикъ. Я не могу ясно представить себѣ это.

Учитель. Я не буду пускаться здѣсь въ подробности, такъ какъ при этомъ приходится имѣть дѣло съ такими веществами, которыхъ ты еще не знаешь. Пока достаточно будетъ для тебя знать, что такое превращеніе возможно.

Ученикъ. Но какъ обстоитъ дѣло съ алмазами? Можно ихъ также приготовить изъ угля или графита?

Учитель. И это возможно.

Ученикъ. Тогда алмазы должны сдѣлаться дешевыми!

Учитель. Ну, до этого еще далеко, потому что до сих поръ удалось получить атмазы очень маленькихъ размѣровъ и въ очень незначительномъ количествѣ.

Ученикъ. Почему же? Вѣдь угля много.

Учитель. Да, мы здѣсь опять возвращаемся къ нашему общему вопросу. Я сравнилъ три видоизмѣненія углерода съ состояніями веществъ. Но углеродъ способенъ также превращаться въ жидкое и газообразное состояніе...

Ученикъ. Жидкій и газообразный углеродъ?

Учитель. Да, для этого нужна очень высокая температура, выше 3000° , но при помощи электрическаго тока ее можно получить. Итакъ углеродъ можетъ переходить въ газообразное и жидкое состояніе и существуетъ въ трехъ различныхъ твердыхъ состояніяхъ. Следовательно углеродъ извѣстенъ не въ трехъ только, а въ пяти различныхъ состояніяхъ.

Ученикъ. Такъ вотъ въ чемъ дѣло. Да, это вѣрно: какъ нагрѣваніемъ возможно воду превратить въ паръ, такъ можно уголь превратить нагрѣваніемъ въ графитъ. Но здѣсь опять что-то неладно: при охлажденіи графитъ не даетъ опять угля, а остается графитомъ же.

Учитель. Да, эта самая трудная сторона вопроса, но я думаю, что ты поймешь ее. Ты вѣдь знаешь, что вода при 0° превращается въ ледъ. Помнишь ли ты, что я сказалъ тебѣ о переохлажденіи!

Ученикъ. Да, ты сказалъ, что можно охладить воду ниже 0° и она останется жидкой, если только не приводить ее въ соприкосновеніе со льдомъ.

Учитель. Вѣрно. Въ этой стеклянной трубкѣ находится вода, такъ какъ трубка запаяна, то въ нее не можетъ попасть извнѣ ледъ. Я вставляю трубку въ смѣсь льда и воды, которая имѣетъ конечно температуру 0° , и сколько бы я ни держалъ тамъ трубку, ледъ все же не образуется.

Ученикъ. Такъ не идетъ, ты долженъ охладить ниже 0° .

Учитель. Совершенно вѣрно. Если я прибавлю немного поваренной соли, температура опустится ниже 0° . Достаточно половины чайной ложки; термометръ показываетъ 4° , а вода въ трубкѣ и не думаетъ замерзать.

Ученикъ. А если трубка будетъ долго находиться въ смѣси?

Учитель. Все таки ничего не будетъ. Только тогда, когда я прибавлю еще соли, такъ чтобы температура опустилась ниже -10° , и буду при этомъ сильно встряхивать трубку, то я могу достигнуть того, что внезапно образуется ледъ.

Ученикъ. Да, я это вижу.

Учитель. Ну-съ, такъ вотъ относительно алмазовъ нужно разсуждать такимъ же образомъ. Условия, въ которыхъ производятся наши опыты, таковы, что при нихъ алмазь не можетъ образоваться. Чтобы получить алмазь необходимо очень сильное давленіе при высокой температурѣ. Достигнуть этого очень трудно, поэтому и получить алмазы очень трудно.

Ученикъ. Да теперь я это себѣ представляю. Но почему же именно углеродъ обладаетъ такими особенностями?

Учитель. Это свойственно не одному углероду. Ты познакомишься въкорѣ со многими другими веществами, которые также встречаются въ нѣсколькихъ твердыхъ видоизмѣненіяхъ.

Ученикъ. Только твердые вещества встречаются въ различныхъ видоизмѣненіяхъ?

Учитель. Главнымъ образомъ твердые. Такая вещества называются аллотропными. Уголь, алмазь и графитъ — это аллотропическія измѣненія или формы углерода.

Ученикъ. Теперь я, кажется, понялъ, въ чемъ здѣсь дѣло. Но я хотѣлъ бы знать еще одно; на чемъ основано это различіе или отъ чего оно зависитъ?

Учитель. Оно зависитъ отъ различнаго содержанія въ веществахъ работы или энергіи. Подобно тому какъ нужна работа для превращенія льда въ воду или воды въ паръ, точно также нужна энергія для превращенія угля въ алмазь; и какъ тамъ, такъ и здѣсь вещество при превращеніи не сопровождается ни присоединеніемъ, ни измѣненіемъ какого-нибудь другого вещества.

Ученикъ. Значитъ, энергія есть какъ бы химическій элементъ, такъ какъ отъ соединенія съ ней одно вещество переходитъ въ другое съ иными свойствами.

Учитель. Такое представленіе исполнѣть допустимо. Но энергія не имѣетъ вѣса, и поэтому при такихъ аллотропическихъ превращеніяхъ не происходитъ измѣненія вѣса.

Ученикъ. Такъ, теперь я все понялъ.

28. Окисъ углерода.

Учитель. Ты уже много разъ слышалъ отъ меня и видѣлъ, что происходитъ съ углеродомъ при его горѣніи.

Ученикъ. Да, получается газъ, который состоитъ изъ углерода и кислорода и называется двуокисью углерода. Почему онъ не называется просто окисью углерода?

Учитель. Потому что есть еще другое соединение этих двух элементов, которое называется окисью углерода. В отличие от него первое соединение называется двуокисью углерода, так как оно содержит в два раза больше кислорода.

Ученик. Какой вид имеет окись углерода?

Учитель. Это безцветный газ, который совершенно похож на двуокись углерода, но отличается от нея тем, что он горит и ядовит.

Ученик. Я могу его видеть?

Учитель. Так же как всякий безцветный газ, по виду он ничем не отличается от воздуха, плотность и другие физические свойства его такие же как у азота. Тебе часто приходилось видеть, как он горит.

Ученик. Где и когда?

Учитель. Ты видишь часто дуть, как уголь горит в печи. Сначала, как только уголь высыпан в печь, получается светлое пламя, это происходит оттого, что из угля выдвигается водород и сгорает. При этом выдвигаются также некоторые углеводородные соединения, которые придают пламени яркость.

Ученик. Да, я это часто видел.

Учитель. Но когда уголь наконец весь раскалится, то пламя выглядит совсем иначе. Оно становится бледно синеватым, и при дневном свете его даже трудно разглядеть. Ты можешь быть видеть когда-нибудь, как грубопроводники разводят огонь в своих переносных коксовых печах? Кокс раскаляется, и печь дает большой жар, но днем почти незаметно пламени, а вечером видно бледное пламя.

Ученик. Да, я замечал это. Пламя почти совсем, похоже на спиртовое пламя.

Учитель. Верно, это и есть пламя окиси углерода. Сначала кислород, при вступлении в соприкосновение с раскаленным углем, соединяется с двойным, сравнительно с двуокисью углерода, количеством угля и образует окись углерода. Затем эта окись на поверхности угля, где есть свежий приток воздуха, сгорает в двуокись углерода.

Ученик. В следующей раз я буду внимательно следить за горением угля в печи.

Учитель. И когда будешь следить, то обрати при этом внимание на следующее. Окись углерода сходна с азотом также и тем, что совершенно не имеет запаха, но она, как я тебе уже сказал, очень ядовита. Когда она примешивается к воздуху, то

может причинить большой вред, и ежегодно немалое число людей умирает отъ отравления окисью углерода.

Ученикъ. Какъ же это происходитъ?

Учитель. Да такъ именно, какъ я тебѣ только что сказалъ. Если въ печи находится раскаленный уголь и заслонка для выхода дыма закрыта слишкомъ рано, то притекающаго воздуха недостаточно для сжиганія угля въ двуокись, и образуется окись углерода, эта окись проникаетъ въ комнату и отравляетъ находящихся въ ней людей.

Ученикъ. Но въ въ комнатѣ можетъ собратся лишь не много окиси углерода, потому что объемъ комнаты гораздо больше объема печи. и кромѣ того въ комнатѣ все же происходитъ обмѣнъ воздуха.

Учитель. Это вѣрно, но, къ сожалѣнью, окись углерода поглощается кровью даже и въ томъ случаѣ, когда содержание ея въ воздухѣ сравнительно незначительно. При этомъ люди не чувствуютъ никакого удущья; они становятся только слабыми и сонными, такъ что даже и не стараются спастись.

Ученикъ. А что дѣлать съ тѣми, у которыхъ началось отравленіе окисью углерода?

Учитель. Ихъ нужно какъ можно скорѣе вывести на свѣжій воздухъ и заставить какъ можно глубже дышать, въ крайнемъ случаѣ нужно прибѣгнуть къ искусственному дыханію, какъ это дѣлаютъ съ утопленниками, последовательно наклоня верхнюю часть тѣла и вытягивая руки поочередно то впередъ, то назадъ. Свѣтлый газъ также содержитъ довольно большое количество окиси углерода, поэтому онъ тоже ядовитъ. Но свѣтлый газъ даетъ о себѣ знать по запаху, который происходитъ отъ имѣющихся въ немъ примѣсей. Если чувствуется этотъ запахъ, то необходимо поискать, откуда выходитъ газъ, и принять надлежащія мѣры.

Ученикъ. Я и не думалъ, что соединеніе углерода съ кислородомъ можетъ быть ядовито, вѣдь сами эти элементы совсѣмъ не ядовиты и встрѣчаются повсюду въ нашемъ тѣлѣ.

Учитель. Здѣсь ты опять видишь, что свойства соединений существенно отличаются отъ свойствъ элементовъ, изъ которыхъ образуются эти соединения. Я уже раньше сказалъ тебѣ, что когда говорятъ, будто элементы содержатся въ ихъ соединенияхъ, то выражаются неточно.

Ученикъ. Да, и хорошо это знаю, но обыкновенно такъ именно и говорятъ, а поэтому несколько представляешь себѣ, что это и въ самомъ дѣлѣ такъ.

29. Двуокись углерода

Учитель. Что ты знаешь изъ прежнихъ уроковъ о двуокиси углерода?

Ученикъ. Что она образуется при горѣнии угля, а также при горѣнии разныхъ веществъ, содержащихъ углеродъ. Распознать ее можно при помощи известковой воды.

Учитель. Ты это хорошо запомнилъ. А что дѣлается съ известковой водой, когда на нее дѣйствуетъ двуокись углерода?

Ученикъ. Она становится мутной, какъ молоко.

Учитель. Да, на языкѣ химиковъ принято говорить, образуется бѣлый осадокъ.

Ученикъ. Кто же его осаждаетъ?

Учитель. Если ты дашь мутной жидкости постоять, то муть осядетъ на дно въ видѣ бѣлаго слоя, такъ какъ эта муть состоитъ изъ порошка болѣе плотнаго, чѣмъ жидкость, въ которой она образовалась. Осадкомъ называется всякое твердое вещество, которое образуется въ жидкости вслѣдствіе химическаго процесса. А какой видъ имѣетъ двуокись углерода?

Ученикъ. Она, должно быть, тоже безцветный газъ.

Учитель. Конечно. Она обладаетъ слѣдующимъ особеннымъ свойствомъ: она гораздо плотнѣе воздуха, и поэтому въ противоположность водороду она падаетъ въ воздухѣ внизъ.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть.

Учитель. Сначала мы должны добыть двуокись углерода. Для этого мы приготовляемъ такой же аппаратъ, какой служилъ намъ для получения водорода (см. фиг. 24), но въ бутылку мы кладемъ не цинкъ, а мраморъ или мѣль. Черезъ воронку мы наливаемъ разведенную соляную кислоту. Ты видишь, что, какъ только соляная кислота попадаетъ въ бутылку, тотчасъ же начинается шипѣніе, выделяется газъ, который и есть двуокись углерода.

Ученикъ. А что происходитъ между соляной кислотой и мѣлемъ?

Учитель. Я не могу пока объяснить тебѣ это подробно, такъ какъ ты еще не имѣешь для этого необходимыхъ знаний. Но ты скоро это узнаешь. Сначала намъ нужно убѣдиться въ томъ, что

газъ, который выдѣляется, есть дѣйствительно двуокись углерода. Для этого мы выпускаемъ газъ въ пустую колбу, затѣмъ вливаемъ въ нее немного известковой воды и взбалтываемъ.

Ученикъ. Да, вѣрно, опять образуется бѣлый осадокъ.

Учитель. На этомъ опытѣ ты могъ уже убѣдиться, что двуокись углерода плотнѣе воздуха, такъ какъ она осталась въ колбѣ, а не ушла въ воздухъ. Но это будетъ еще нагляднѣе если мы наполнимъ газомъ двѣ пробирки, какъ мы это дѣлали съ водородомъ, и одну изъ нихъ поставимъ отверстиемъ вверхъ, а другую опрокинемъ отверстиемъ внизъ. На этотъ разъ газъ останется въ первой пробиркѣ. Какъ ты въ этомъ убѣдишься?

Ученикъ. Конечно, при помощи известковой воды.

Учитель. Можно это сдѣлать проще. Двуокись углерода дѣйствуетъ на горящя гѣла, какъ азотъ: эти гѣла тухнуть въ ней. Смотри: я вношу горящую лучину въ опрокинутую пробирку, и лучина продолжаетъ горѣть. Въ другой пробиркѣ, поставленной отверстиемъ вверхъ, она тухнетъ.

Ученикъ. Значитъ, азотъ и двуокись углерода обладаютъ одной и той же реакціей.

Учитель. Да, они одинаково дѣйствуютъ на горящую лучину. Но къ известковой водѣ они относятся различно; азотъ не даетъ съ ней никакого осадка. Часто случается, что два вещества сходны между собой въ одномъ какомъ нибудь отношеніи. Но если они отличаются другъ отъ друга хотя бы только въ одномъ какомъ-нибудь отношеніи, то слѣдуетъ считать ихъ различными. Двуокись углерода и по многимъ другимъ свойствамъ отличается отъ азота, напримѣръ по своей плотности.

Ученикъ. Почему лучина тухнетъ въ двуокиси углерода? Въѣдъ двуокись содержитъ кислородъ.

Учитель. Это хитрый вопросъ! При горѣнии лучины главнымъ образомъ сгораетъ углеродъ; значитъ этотъ углеродъ долженъ былъ бы вытѣснить тотъ углеродъ, который связанъ въ двуокиси съ кислородомъ. Это все равно, какъ если бы ты хотѣлъ поднять самого себя на воздухъ.

Ученикъ. Такъ, такъ!

Учитель. Но другія вещества могутъ отнимать кислородъ отъ двуокиси углерода, напр магній. Тебѣ знакомы ленты магнія, которыя можно зажечь и которыя такъ ярко горятъ. Я наполняю бутылку двуокисью углерода...

Ученикъ. Развѣ ты будешь собирать газъ не надъ водой?

Учитель Этого не нужно, я просто выпускаю его из трубки на дно сосуда, гдѣ онъ и остается въѣдствие своей большей плотности сравнительно съ воздухомъ. Я могу узнать, полна ли бутылка, поднося къ ея отверстию горящую спичку: если она гухнетъ, значитъ бутылка уже полна, и двуокись углерода переливается черезъ горлышко наружу.

Ученикъ Это однако просто! Дай мнѣ это сдѣлать. Такъ, теперь бутылка полна.

Учитель Ну-съ, такъ какъ одинъ кусокъ магниевой ленты можетъ легко потухнуть, то я складываю вмѣстѣ нѣсколько кусковъ, зажигаю ихъ и опускаю въ двуокись углерода.

Ученикъ Какой трескъ и брызги!

Учитель. Ты видишь, что горѣние происходитъ иначе, чѣмъ въ воздухѣ. При этомъ образовались черное и бѣлое вещества. Бѣлое это—окись магния, черное это—углеродъ, который выѣлился изъ двуокиси углерода.

Ученикъ Ага, наконецъ то удалось мнѣ его увидѣть!

Учитель. Сейчасъ ты сможешь лучше разсмотрѣть его; я приливаю немного соляной кислоты, она растворяетъ окись магния и оставляетъ неизмѣненнымъ углеродъ.

Ученикъ. Да, теперь все стало чернымъ. А что это пѣнится?

Учитель. Это еще осталось немного металлическаго магния. Онъ дѣйствуетъ на соляную кислоту, какъ цинкъ, выделяя изъ нея водородъ. Теперь покажу тебѣ еще одно свойство двуокиси углерода. Я наполняю бутылку надъ водой нѣкимъ газомъ, но оставляю въ ней немного воды и крѣпко встряхиваю ее, закрывъ отверстие пальцемъ. Ты видишь, палецъ такъ крѣпко присталъ къ отверстию, какъ будто бы его присосало; это показываетъ, что давление внутри бутылки уменьшилось. Если я погружу тортышко ея въ воду и огнищу палецъ, то въ бутылку войдетъ порядочное количество воды. Если я теперь буду повторять взбалтывание и наполнение водой, то окажется въ концѣ концовъ что почти вся бутылка будетъ наполнена водой. Что означаетъ этотъ опытъ?

Ученикъ. Что двуокись углерода поглощается водой.

Учитель. Да, она сравнительно негруппно растворяется въ водѣ. Одинъ литръ воды при комнатной температурѣ растворяетъ почти одинъ литръ двуокиси углерода, на холоду растворяется больше, въ теплѣ—меньше.

Ученикъ. Не такъ ли готовится и сельтерская вода? Мнѣ помнится, что ты какъ-то говорилъ что-то въ этомъ родѣ.

Учитель Конечно; сельтерская вода это растворъ двуокиси углерода въ водѣ, содержащей кромѣ того еще нѣкоторыя соли.

Ученикъ Но въѣ такая вода называется обыкновенно углекислой водой

Учитель Двуокись углерода называется въ обыденной жизни угольной кислотой. Но это название, какъ и название кислорода, является остаткомъ прежнихъ неправильныхъ взглядовъ, и я предпочитаю съ самаго начала приучить тебя употреблять правильное названіе. Отъ чего зависитъ шипѣніе сельтерской воды? Помнишь ли ты, что я тебѣ говорилъ по этому поводу?

Ученикъ Это оттого что двуокись углерода была растворена въ водѣ при болѣе высокомъ давленіи, когда давленіе уменьшалось, она выдѣляется. Кромѣ того, ты еще говорилъ, что всегда растворяется одинаковый объемъ газа, независимо отъ давленія.

Учитель Совершенно вѣрно. Ты уже знаешь теперь, что при данной температурѣ вѣсовыя количества газа, наполняющія данный объемъ относятся другъ къ другу.

Ученикъ. Какъ давленія.

Учитель. Да, значить при различныхъ давленіяхъ растворяются различныя количества газа, которые относятся между собой, какъ давленія. Сельтерская вода готовится обыкновенно при 4 атм. давленія; значить въ ней въ 4 раза больше двуокиси углерода, чѣмъ сколько въ ней можетъ раствориться при 1 атм. Этотъ избытокъ газа и выдѣляется съ шипѣніемъ при выливаніи сельтерской воды изъ бутылки.

Ученикъ Есть еще другіе напитки, которые пѣнятся, напримеръ. Тамъ это тоже происходитъ отъ двуокиси углерода?

Учитель Конечно. Но въ пиво не накачиваютъ двуокиси углерода; она получается при образованіи пива изъ солода и остается растворенной въ жидкости.

Ученикъ А изъ чего же она образуется?

Учитель Въ солодѣ находится сахаръ, этотъ сахаръ разлагается дѣйствіемъ дрожжей на спиртъ, остающіеся въ пивѣ и придающій ему опьяняющее дѣйствіе, и на двуокись углерода, которая отчасти улетучивается.

Ученикъ. Недавно одинъ товарищъ сказалъ мнѣ, что въ томъ домѣ, гдѣ онъ живетъ, есть пивной погребецъ и что туда привозятъ бомбы съ угольной кислотой. Что это такое? Онъ показывалъ мнѣ большія желѣзныя бутылки и сказалъ, что это и есть эти бомбы.

Учитель Въ этихъ бутылкахъ находится двуокись углерода въ жидкомъ состоянн. Она служитъ для того, чтобы выкачивать давленьемъ наверхъ пиво изъ бочекъ, которыя лежатъ въ погребѣ.

Ученикъ. Жидкая двуокись углерода?

Учитель Да, если сжимать двуокись три помощи сильного насоса, то она станетъ наконецъ жидкой какъ вода, и по вѣншему виду будетъ похожа на послѣднюю.

Ученикъ Нужно, должно быть ужасно сильно сжимать.

Учитель Это зависитъ отъ температуры. При 0° нужно 35,4 атм., при 20° 38,8 атм. а при 80° двуокись становится жидкой уже при обыкновенномъ воздушномъ давленн, т. е. при одной атмосферѣ. Значитъ 80° это — температура кипѣния жидкой двуокиси углерода. Она въ этомъ отношенн сходна съ водою, пары которой производятъ тѣмъ большее давленье, чѣмъ выше температура. Только для двуокиси углерода соотвѣствующия температуры лежатъ гораздо ниже.

Ученикъ Значитъ двуокись углерода это собственно паръ?

Учитель Можешь и такъ ее называть.

Ученикъ Въ слѣдующий разъ я попрошу отца моего товарища чтобы онъ отлилъ мнѣ немного жидкой двуокиси углерода въ стаканъ тогда я смогу рассмотреть ее.

Учитель Это тебѣ не удастся, потому что стоитъ только ее вылить изъ стальной бутылки, какъ она сейчасъ же становится твердой, какъ снѣгъ.

Ученикъ. Отчего же это?

Учитель Ты знаешь, что при кипѣнн расходуется большое количество теплоты. Всѣ жидкости въ этомъ отношенн сходны между собой, слѣдовательно тоже происходитъ и при кипѣнн двуокиси углерода. Когда же жидкая двуокись углерода выходитъ изъ бутылки на воздухъ, гдѣ давленье равно только одной атмосферѣ, то она сейчасъ же сильно закипаетъ, и при этомъ поглощается такъ много теплоты, что часть двуокиси углерода замерзаетъ.

Ученикъ Тогда посредствомъ кипѣнн можно было бы заморозить также и воду! Но это мнѣ кажется невозможно!

Учитель. Совсѣмъ нѣтъ, нужно только устроить такъ чтобы вода могла кипѣть при температурѣ ниже 0°, для этого необходимо сдѣлать давленье очень малымъ. Если помѣстить воду въ пространство, изъ котораго по возможности выкачанъ воздухъ, то ее дѣйствительно можно заморозить. Съ ней происходитъ тогда то же самое, что и съ двуокисью углерода при выливанн послѣдней изъ

бутылки. На этомъ основаны машины для при отовления льда, которыя даютъ возможность приготавливать его изъ томъ. Двуокись углерода, какъ ты видишь, сходна съ водою еще и въ томъ отношеніи, что она известна во всѣхъ трехъ состояніяхъ. Жидкая двуокись углерода, вслѣдствіе примѣненія ея при фабриканіи селитерской воды и при разливкѣ пива, стала теперь весьма важнымъ предметомъ торговли, если ты будешь прикатриваться ты легко заметишь, какъ часто встрѣчаются домовыя лампы, нагруженныя стальными бутылками съ жидкой двуокисью углерода.

Ученикъ. Откуда же получаютъ такіе большіе количества ея?

Учитель. Большею частью она выделяется изъ земли. Во многихъ мѣстахъ, именно въ тѣхъ, гдѣ есть или были вулканы, изъ почвы постоянно выделяется чистая двуокись углерода. Если же она встрѣчается на своемъ пути подземные источники, то насыщаетъ ихъ, и тогда эти воды выходятъ на поверхность земли въ видѣ углекислой или просто кислой минеральной воды.

Ученикъ. Почему же кислой?

Учитель. Потому что растворъ двуокиси углерода имѣетъ кисловатый вкусъ.

Ученикъ. Откуда, должно быть, и происходитъ названіе „углекислота“?

Учитель. Да, оно имѣетъ связь съ этимъ. Въ другихъ мѣстахъ двуокись углерода выделяется на дневную поверхность сама по себѣ, ее можно собрать и посредствомъ сильныхъ насосовъ изъ почвѣ въ стальные бутылки. Такие источники двуокиси углерода встрѣчаются напр. въ Неаполѣ вблизи Везувія. Тамъ въ одномъ мѣстѣ газъ выделяется внутри пещеры съ углубленіемъ много и запонимъ нижнюю часть ея приблизительно на полъ метра, избытокъ же газа подобно водѣ переливается черезъ пороги пещеры. Поэтому человѣкъ можетъ войти въ пещеру безъ всякой опасности для себя такъ какъ его голова находится выше слоя двуокиси углерода, собака же задыхается въ ней. Это известная собачья пещера.

Ученикъ. А замѣтьте, действительно оставляютъ собакъ, то тѣхъ поръ, пока онѣ задохнутся?

Учитель. Нѣтъ ихъ выносятъ своевременно на воздухъ, чтобы онѣ могли придти въ себя.

Ученикъ. Все таки это жестоко! А почему животныя задыхаются въ двуокиси углерода?

Учитель. По тому же самому почему онѣ задыхаются въ азотѣ: вслѣдствіе отсутствія свободнаго кислорода. Впрочемъ, дву-

окиси углерода собственно не ядовита, какъ азотъ, вѣдь она постоянно находится въ нашихъ легкихъ.

Ученикъ. Какъ она туда попадаетъ?

Учитель. Изъ крови. Я тебѣ уже говорилъ, что питательныя вещества, содержащая углеродъ, всасываются въ нашихъ тканяхъ кислородомъ, который привносится къ нимъ кровью. При этомъ образуется двуокись углерода, какъ и при обыкновенномъ горѣнии. Эта двуокись поглощается кровью, попадаетъ въ легкие, а отсюда мы выдыхаемъ ее вмѣстѣ съ азотомъ.

Ученикъ. Значитъ, въ воздухѣ, который я выдыхаю, должна содержаться двуокись углерода?

Учитель. Конечно, возьми-ка стаканъ съ известковой водою и вдувай въ нее черезъ стеклянную трубку воздухъ изъ твоихъ легкихъ.

Ученикъ. Вѣрно вода становится мутной, и образуется бѣлый осадокъ. Какъ много замѣчательнаго я опять узналъ! Нужно будетъ все это запомнить!

30. Солнце.

Ученикъ. Мнѣ пришла на умъ одна мысль, надъ которой я все время ломаю себѣ голову. Я узналъ теперь что при горѣнии, дыхании и гниении образуется двуокись углерода и что кромѣ того она выделяется также изъ земли. Но вѣдь вся эта двуокись должна оставаться въ воздухѣ и скопляться въ немъ. А развѣ воздухъ наполненъ двуокисью углерода?

Учитель. Въ воздухѣ содержится некоторое количество двуокиси, но немного, всего около 1/1000 части; и только въ закрытыхъ помѣщеняхъ, гдѣ выделяется много двуокиси углерода путемъ дыхания, брожения или другихъ аналогичныхъ процессовъ, ее собирается больше. Что двуокись углерода находится въ воздухѣ, ты можешь видѣть изъ того, что известковая вода при стоянии на воздухѣ покрывается бѣлой пленкой.

Ученикъ. Пленкой? Ахъ такъ, я понимаю вследствие того, что двуокись углерода можетъ дѣйствовать только на поверхности воды. Осадокъ образуется только на этой поверхности. Но куда дѣвается вся та двуокись, которая попадаетъ въ воздухъ? Или ее такъ мало въ сравненіи съ воздушнымъ океаномъ, что накопленія ея нельзя замѣтить?

Учитель. Нѣтъ, ее конечно можно было бы замѣтить. Дѣло въ томъ, что въ природѣ установилось состояніе равновѣсія, при

которомъ воздухъ теряетъ столько же двуокиси углерода, сколько получаетъ.

Ученикъ. Куда же она дѣвается?

Учитель. Ее потребляютъ растенія. Они разлагаютъ ее такимъ образомъ, что углеродъ остается въ нихъ и идетъ на построение ихъ тѣла, а кислородъ опять поступаетъ въ воздухъ.

Ученикъ. Значитъ растенія могутъ приготавливать кислородъ! Я могу это видѣть?

Учитель. Это нетрудно показать. Возьмемъ большую стеклянную воронку, напомнимъ ее свѣжими, зелеными листьями и опрокинемъ ее надъ широкимъ сосудомъ съ свѣжей водой. Будемъ погружать воронку до тѣхъ поръ, пока она совершенно наполнится водою, и закроемъ отверстие пробкой. Теперь мы все это выставимъ на солнце (фиг. 49).

Рис. 49



Ученикъ. Дай-ка, я вынесу ведро.

Учитель. Это излишне; я поставлю тарелку подъ воронку, а затѣмъ вытаскиваю ихъ вмѣстѣ изъ ведра, причемъ вода не выльется изъ воронки. Когда я выставлю ее на солнечный свѣтъ, ты скоро замѣтишь пузырьки газа, которые поднимаются вверхъ и тамъ собираются.

Ученикъ. Можетъ быть, это просто газъ, который былъ растворенъ въ водѣ и который начинаетъ выделяться изъ-за нагреванія.

Учитель. Нѣтъ, вода такъ скоро не можетъ нагрѣться. Будемъ вращать воронку кругомъ, такъ чтобы солнце дѣйствовало на нее со всѣхъ сторонъ, пока не соберется нѣсколько кубическихъ сантиметровъ газа. Потомъ перенесемъ воронку опять въ большой сосудъ съ водою и будемъ держать ее такъ, чтобы вода внутри и снаружи находилась на одномъ и томъ же уровнѣ и вынемъ пробку, если теперь мы поднесемъ къ отверстию тѣющую лучинку, то сможемъ убѣдиться, что въ воронкѣ дѣйствительно находится кислородъ.

Ученикъ. Это красивый опытъ! А теперь я буду сомнѣваться, иначе смотрѣть на растенія. Выходитъ, что они являются для насъ величайшими благодѣтелями. Мнѣ въ голову и не приходило раньше, что путемъ дыхания горѣнія и т. д. долженъ быть бытъ и

расхотеваться въ концѣ концовъ весь кислородъ. Растенія же опять намъ его возвращаютъ.

Учитель. Ты видиши, мы зависимъ отъ растений не только потому, что они доставляютъ намъ пищу, но и потому еще, что они даютъ намъ кислородъ, необходимый для сжиганія этой пищи.

Ученикъ. Первое я не совсѣмъ понялъ. Въдь мы ѣдимъ не одни только растенія, а еще и мясо.

Учитель. Но животныя, мясо которыхъ мы ѣдимъ, питаются растеніями. Мы ѣдимъ только травоядныхъ, а не плотоядныхъ животныхъ. Да и послѣднія живутъ только на съѣсть травоядныхъ животныхъ, такъ что въ концѣ концовъ и человѣкъ, и животное не могутъ обойтись безъ растений.

Ученикъ. Да, это вѣрно. Но если растенія отдаютъ воздуху кислородъ, то въ лѣсахъ воздухъ долженъ быть гораздо богаче кислородомъ? Вотъ почему, можетъ быть, такъ приятно гулять въ лѣсу и такъ полезно жить въ деревнѣ.

Учитель. Нѣтъ, не потому. Разница между содержаниемъ кислорода въ лѣсномъ или деревенскомъ воздухѣ и содержаниемъ его въ городскомъ или иномъ какомъ либо воздухѣ, очень мала, ее едва можно замѣтить.

Ученикъ. Почему же это такъ? Развѣ это не противорѣчитъ тому, что ты раньше сказалъ?

Учитель. Вслѣдствіе постоянного передвиженія воздуха происходитъ такой быстрый обмѣнъ его, что всѣ различія сейчасъ же уничтожаются. Вѣтеръ средней силы пробѣгаетъ 1 километръ въ 2 минуты; ты можешь теперь представить себѣ, какъ быстро лѣсной воздухъ достигаетъ города и городской воздухъ переносится въ лѣсъ.

Ученикъ. А что происходитъ въ океанѣ?

Учитель. И тамъ дѣло обстоитъ не иначе. Въ водѣ живутъ не только животныя, но живетъ и безчисленное множество очень мелкихъ растений. Эти растенія также разлагаютъ двуокись углерода, но не ту, которая содержится въ воздухѣ, а ту, которая растворена въ водѣ, и отдаютъ кислородъ въ растворенномъ видѣ. Въ такомъ видѣ имъ пользуются рыбы и другія морскія животныя, для которыхъ сжиганіе питательныхъ веществъ тоже въдь является источникомъ энергии.

Ученикъ. Да, онѣ дышатъ жабрами. Что это собственно значитъ?

Учитель. Жабры гонятъ воду, содержащую кислородъ, че

резать аппараты, через которые, какъ и черезъ легкие протекаетъ кровь, и въ которыхъ двукись углерода, принесенная кровью изъ различныхъ тканей обмѣнивается на кислородъ.

Ученикъ. Значитъ происходитъ то же самое, что у земноводныхъ животныхъ только здѣсь вода вмѣсто воздуха служить для доставленія кислорода.

Учитель. Совершенно вѣрно, но есть и другія нисия животныя, у которыхъ тѣло происходитъ еще проще вода прямо проходитъ въ ткани ихъ тѣла.

Ученикъ. Какъ хорошо происходитъ этотъ круговоротъ кислорода и углерода растения берутъ то, что не нужно животнымъ, а животныя берутъ то, что не нужно растениямъ. Съ азотомъ происходитъ то же самое?

Учитель. Конечно, но азотъ, какъ ты знаешь, долженъ оставаться связаннымъ.

Ученикъ. Я припоминаю, убыль связаннаго азота возмѣщается дѣйствіемъ почвы. Следовательно, все происходитъ въ наилучшемъ порядкѣ — Но скажи мнѣ я хотѣлъ тебя объ этомъ еще раньше спросить почему листья должны быть выставлены на солнце, для того чтобы выдѣлился кислородъ?

Учитель. Ты самъ собственно долженъ былъ бы отвѣтить на этотъ вопросъ. Когда углеродъ сгораетъ въ двукись углерода, то освобождается нѣкоторое количество теплоты.

Ученикъ. Конечно, на счетъ этой теплоты и совершается работа, которую производятъ машины, люди и животныя.

Учитель. Значитъ, для того чтобы опять разложить двукись углерода, нужно затратить такое же количество работы, какое освободилось при соединении углерода съ кислородомъ въ двукись. Откуда же растения берутъ эту работу?

Ученикъ. Я объ этомъ еще не думалъ. Ты говорилъ, что-то о солнцѣ, не берутъ ли они ее отъ него?

Учитель. Разумѣется! Растения ведутъ двойной образъ жизни. Съ одной стороны они должны, какъ и животныя, производить работу — всасывать воду, увеличивать свое тѣло, давать лѣты и плоды и еще многое другое. Эту работу они также не могутъ создать изъ ничего, а должны откуда нибудь взять ее для этой цѣли они потребляютъ пищу. Но они отличаются отъ животныхъ тѣмъ, что сами готовятъ себѣ необходимую пищу, а требующуюся для этого работу или энергію они заимствуютъ у солнечнаго свѣта.

Ученики. Ты сказал, что растения как и животные, производить работу на счет своей пищи. Значит, они должны выделять двуокись углерода.

Учитель. Они и делают это. В этом и заключается двойственный характер жизни растений. Как и животные, они производят свою работу, создавая необходимую энергию сжиганием пищи. Расход этой энергии они покрывают тем, что вновь собирают энергию солнечного света и накапливают ее гораздо больше, нежели расходуют, так как им нужен запас на то время когда темно. Поэтому они во всякое время выделяют двуокись углерода, но это становится заметным только в темноте, так как при солнечном свете они в то же время выделяют кислород и выделяют его гораздо больше, чем двуокиси углерода.

Ученик. А как растения пользуются солнечной энергией?

Учитель. Точных сведений на этот счет не имеется. Известно лишь, что это способны делать только зеленые растения, безцветные же, как напр. грибы, живут точно так же, как и животные, на счет растительной пищи, тлюющих листьев и т. д. Независимо также, что образуется сначала из двуокиси углерода в листьях, где происходит эта работа, удалось только доказать, что при этом образуется крахмал, что же образуется раньше его неизвестно. Ты значит должен представить себе зеленые клетки растений, это ведь маленьких лабораторий, в которых изготавливаются вещества, необходимые для растений, и которые обладают приспособлениями для превращения солнечного света или лучистой энергии солнца в энергию химических соединений.

Ученик. В конце концов, значит, наша жизнь зависит только от солнца? Ведь я помню, как ты говорил, что движение воды и воздух на земной поверхности происходит вследствие действия солнечной теплоты. Следовательно, все, что происходит на земле, зависит только от солнца.

Учитель. Это почти вполне верно. В самом деле, я знаю одно только явление, которое не зависит от солнца, это — прилив и отлив, они зависят от вращения земли и действия луны. Но это крайне незначительно в сравнении со всем тем, что делает солнце.

Ученик. Чем же можно объяснить то, что все так зависит от солнца?

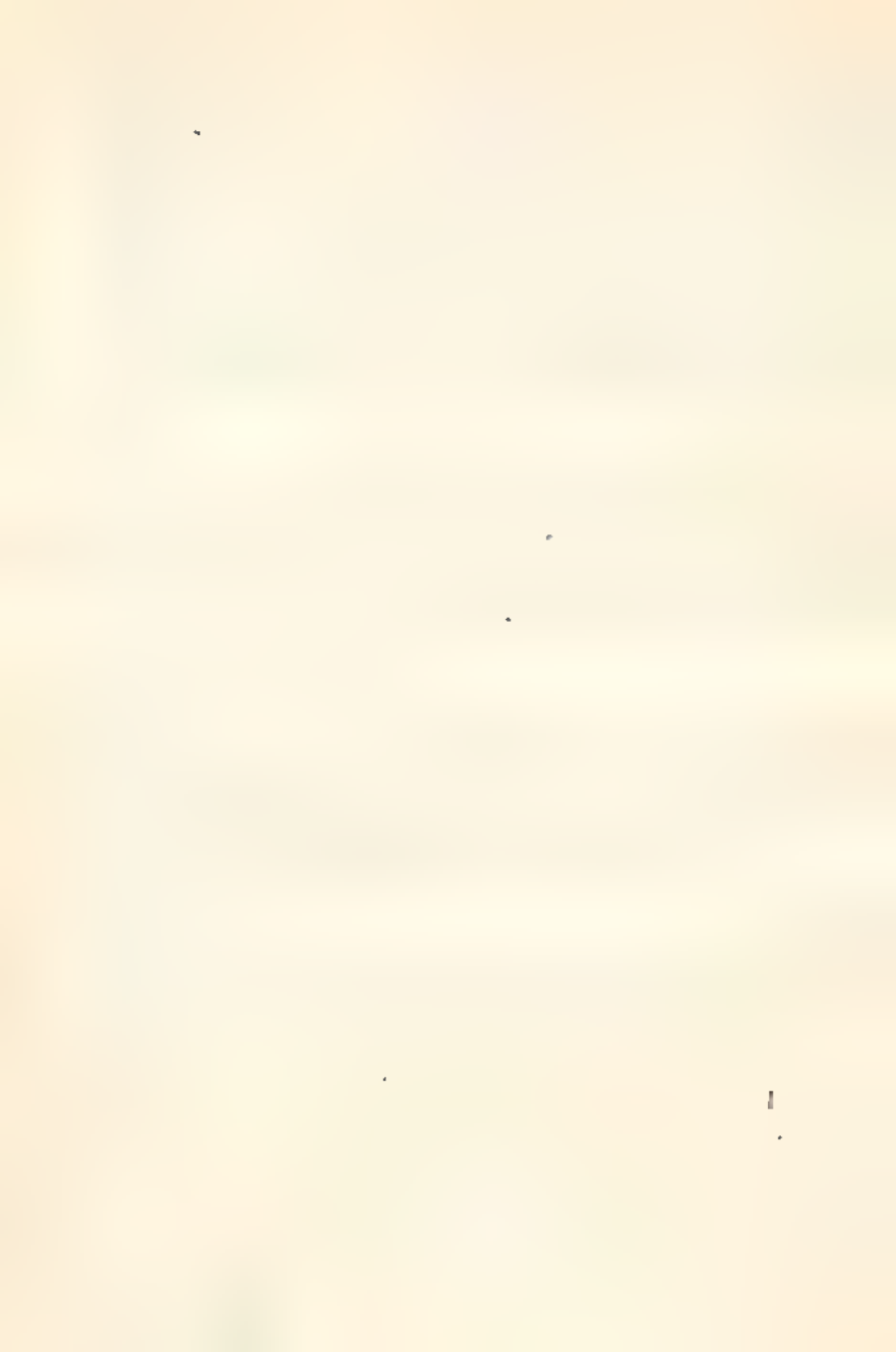
Учитель. Это потому, что лучевое излучение солнца есть единственный источник энергии, который находится в нашем распо-

ряжении. А такъ какъ все то, что происходитъ, можетъ произойти только благодаря энергii или работѣ, то все и зависитъ отъ источника энергii.

Ученикъ. Миѣ теперь уже не кажется такимъ важнымъ круговоротъ элементовъ, который недавно такъ заинтересовалъ меня.

Учитель. Это и въ самомъ дѣлѣ менѣе важно, чѣмъ тотъ потокъ энергii, который изливается солнцемъ на землю, воспринимается здѣсь растениями, накапливается ими и дѣлаетъ возможнымъ благодаря этому существованiе всего живущаго. Ты можешь представить себѣ эти отношенiя въ видѣ водяной мельницы. Элементы это вращающееся колесо, которое постоянно пользуется работою падающей воды. А падающая вода это—солнечные лучи, безъ которыхъ мельница жизни тотчасъ остановилась бы.

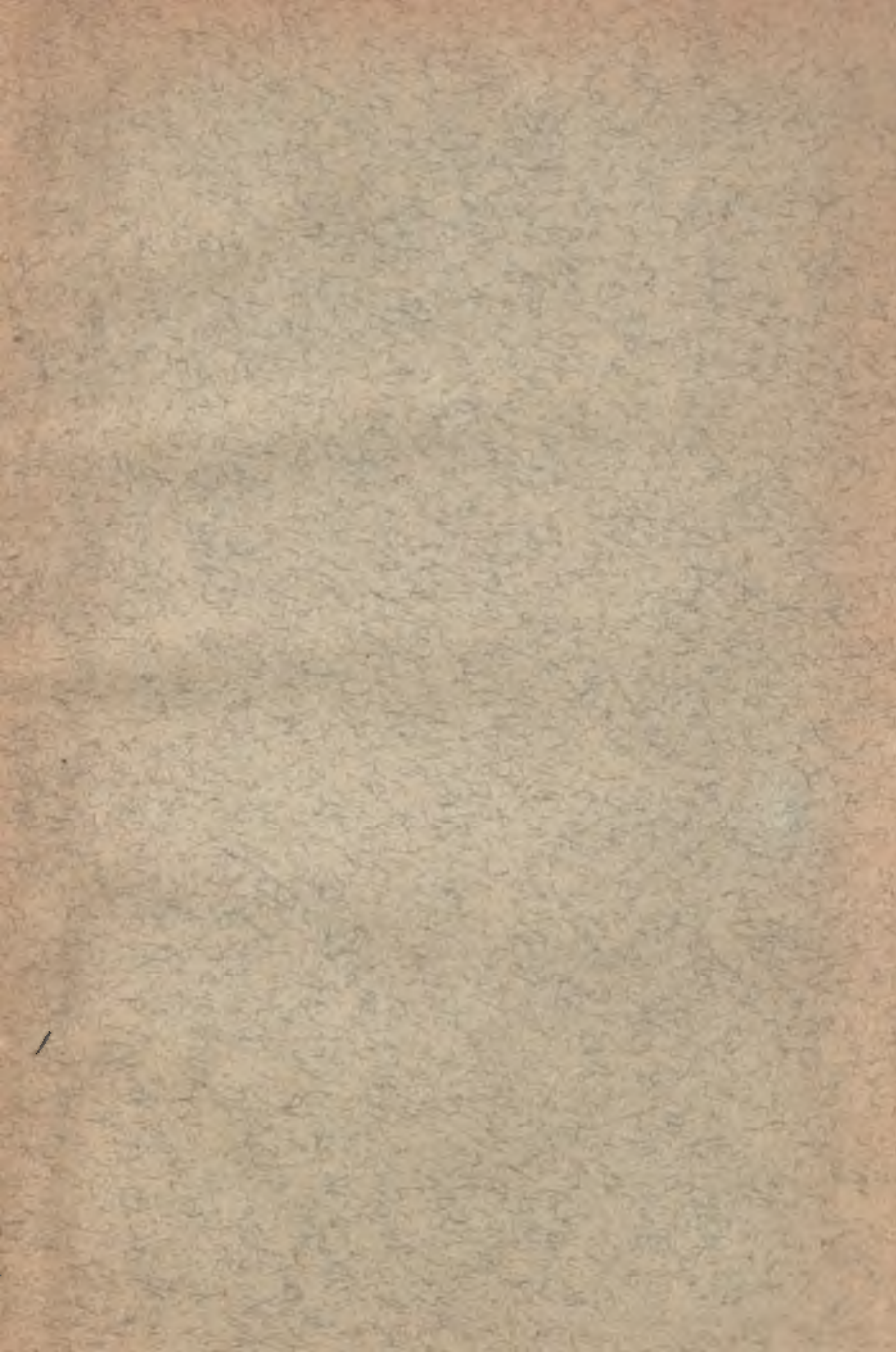


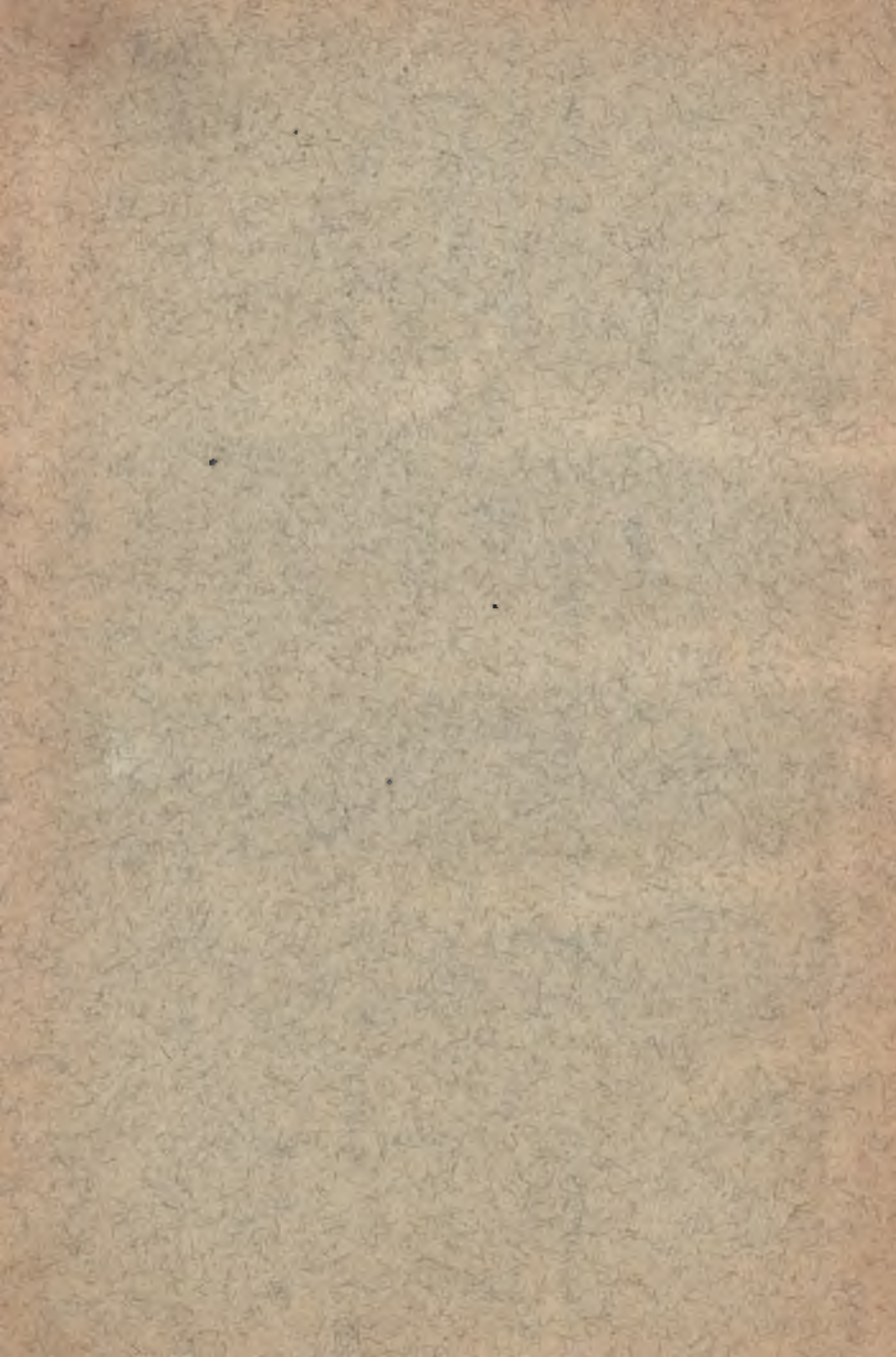


ОГЛАВЛЕНІЕ.

Предисловіе къ русскому изданію	III
Биографія В. Оствальда	V
Предисловіе автора	XIII
1) Вещества	1
2) Свойства	3
3) Вещества и смѣси	8
4) Растворы	13
5) Плавленіе и затвердѣваніе	18
6) Испареніе и кипѣніе	23
7) Измѣреніе	31
8) Плотность	39
9) Состоянія веществъ	41
10) Горѣніе	52
11) Кислородъ	60
12) Соединенія и составныя части	69
13) Элементы	78
14) Легкіе металлы	87
15) Тяжелые металлы	97
16) Еще о кислородѣ	99
17) Водородъ	109
18) Гремучій газъ	117
19) Вода	128
20) Ледъ	137
21) водяной паръ	143
22) Азотъ	153
23) Воздухъ	158
24) Непрерывность и точность	167
25) Расширеніе воздуха отъ теплоты	174
26) Вода въ воздухѣ	182
27) Углеродъ	186
28) Окись углерода	195
29) Дзюокись углерода	198
30) Солнце	204







60 mm

